



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA

**PAULO CELSO MORAIS MARTINS**

**ABORDAGEM DE CONTEÚDOS CONCEITUAIS E PROCEDIMENTAIS EM FÍSICA  
ATRAVÉS DE SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS BASEADAS EM ATIVIDADES  
INVESTIGATIVAS**

VITÓRIA-ES

2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

**ABORDAGEM DE CONTEÚDOS CONCEITUAIS E PROCEDIMENTAIS EM FÍSICA  
ATRAVÉS DE SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS BASEADAS EM ATIVIDADES  
INVESTIGATIVAS**

PAULO CELSO MORAIS MARTINS

VITÓRIA-ES

2018

PAULO CELSO MORAIS MARTINS

**ABORDAGEM DE CONTEÚDOS CONCEITUAIS E PROCEDIMENTAIS EM FÍSICA  
ATRAVÉS DE SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS BASEADA EM ATIVIDADES  
INVESTIGATIVAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal  
do Espírito Santo, como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em Ensino de  
Física para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Profa. Dra. Simone A. Fernandes Anastácio

Coorientador: Prof. Dr. Thiéberson da Silva Gomes

VITÓRIA - ES

2018

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)  
(Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

---

Martins, Paulo Celso Moraes, 1980-  
M386a      Abordagem de conteúdos conceituais e procedimentais em  
física através de simulações computacionais baseadas em  
atividades investigativas / Paulo Celso Moraes Martins. – 2018.  
151 f. : il.

Orientador: Simone Aparecida Anastácio Fernandes.  
Coorientador: Thiéberson da Silva Gomes.  
Dissertação (Mestrado em Física) – Universidade Federal do  
Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas.

1. Física – Ensino auxiliado por computador. 2. Simulação  
(Computadores). 3. Investigação. 4. Software modellus. I.  
Fernandes, Simone Aparecida Anastácio. II. Gomes, Thiéberson  
da Silva. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de  
Ciências Exatas. IV. Título.

CDU: 53

---

Elaborado por Silvana Lyra Vicentini Mourahy – CRB-6 ES-148/O



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA

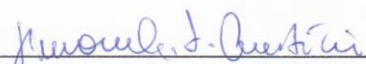
**"ABORDAGEM DE CONTEÚDOS CONCEITUAIS E PROCEDIMENTAIS EM  
FÍSICA ATRAVÉS DE SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS BASEADAS EM  
ATIVIDADES INVESTIGATIVAS"**


**Paulo Celso Morais Martins**


Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Mestrado Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 05 de março de 2018.

**Comissão Examinadora**

  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Simone Aparecida Fernandes Anastácio  
(Orientadora PPGEEnFis/UFES)

  
Prof. Dr. Paulo Henrique Dias Menezes  
(Membro Externo/UFJF)

  
Prof. Dr. Geide Rosa Coelho  
(Membro Interno do PPGEEnFis/UFES)

## **AGRADECIMENTOS**

A minha esposa Heloisa Cristina Barros pelo incentivo, companheirismo, amizade, paciência e compreensão ao longo do curso, para que este fosse concretizado com êxito.

Aos meus filhos gêmeos Pedro Morais Martins Barros e Júlia Morais Martins Barros pela paciência que tiveram com o papai nos momentos de estudo, trabalho, ausência, e também pelo carinho, atenção e respeito que sempre demonstraram comigo.

À minha orientadora Prof. Simone A. Fernandes por ter me apresentado uma nova abordagem para o ensino Física e que hoje é presente em minha prática pedagógica, pelo incentivo e auxílio em todos os trabalhos apresentados nos eventos acadêmicos, pela paciência e tempo dispensados a mim durante todo este o período de pesquisa, estudo e aprendizado.

Aos meus alunos da 1ª série do colégio Americano em Guarapari-es, pela participação direta e indireta da construção deste trabalho de pesquisa em ensino de Física.

Ao colégio Americano, em Guarapari – ES, principalmente à diretora Emily Nascimento e a pedagoga Alessandra Telles pela confiança no meu trabalho, e suporte no desenvolvimento de minhas intervenções pedagógicas.

Aos professores do programa de pós-graduação em ensino de Física pelos ensinamentos, pela atenção, cobrança, incentivo e dedicação durante o curso. Estas ações foram essenciais para minha evolução pessoal e principalmente profissional como docente.

Aos colegas da turma 2015/2 pela socialização dos conhecimentos e pelo aprendizado coletivo em especial aos companheiros de eventos, Giovane Rodes, Marcos Azevedo e Leandro Barcellos.

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Distribuição dos três tipos de conteúdo em cada processo educativo.....	18
Quadro 2	Diferença entre fatos e conceitos segundo Pozo (1992) .....	22
Quadro 3	Alguns critérios para diferenciar fatos e conceitos durante o processo de avaliação (Pozo, 1992).....	22
Quadro 4	Diferenças entre conceitos e procedimentos (Adaptado de Andersom, 1983) .....	24
Quadro 5	Três tipos de atitudes que devem ser promovidas entre os alunos com relação ao ensino de ciência (Pozo e Crespo, 2009, p. 38).....	27
Quadro 6	Passos necessários para resolver um problema (Polya, 1945apud Pozo e Echeverria, 1998, p.22) .....	30
Quadro 7	Algumas técnicas que ajudam a compreender melhor os problemas (Polya, 1945) .....	32
Quadro 8	Algumas estratégias de solução de problemas (Pozo e Crespo, 2009, p. 25) .....	32
Quadro 9	Fases do treinamento procedimental: da técnica à estratégia (Pozo e Crespo, 2009, p. 54) .....	35
Quadro 10	Classificação dos conteúdos procedimentais. (Pozo e Postigo, 1994) .....	36
Quadro 11	Tipos de atividades de simulação e Modelagem computacional, associação com os conteúdos discutidos, os objetivos em cada ação com algumas associações de referencial teórico. (Adaptado de Araújo, 2005, p. 35 a 37) .....	41
Quadro 12	Respostas ao Diagrama V de Gowin para a situação problema do basquete.....	53
Quadro 13	Protocolo de avaliação dos diagramas V.....	55
Quadro 14	Tabela de comparação com os campos do diagrama V proposto no guia de atividades.....	70

## LISTA DE IMAGENS

Imagem 1	Uso da simulação durante as aulas – discussão sobre o plano inclinado.....	46
Imagens 2	Resolução prática dos desafios propostos no guia de atividades.....	51
Imagens 3	Discussão das situações problema (a) e Construção das simulações com o software Modellus (b).....	52
Imagem 4	Registro dos conceitos feitos pelo grupo 1 das atividades 1,2 e 3 respectivamente Discussão das situações problema.....	63
Imagem 5	Registro dos conceitos feitos pelo grupo 2 das atividades 1,2 e 3 respectivamente .....	64
Imagem 6	Registro das palavras chave feitos pelo grupo 1 das atividades 1,2 e 3 respectivamente .....	64
Imagem 7	Registro das palavras chave feitos pelo grupo 2 das atividades 1,2 e 3 respectivamente .....	65



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Mapa conceitual do Modellus. Uma versão online deste mapa, com recursos de hipertexto, pode ser encontrada em <a href="http://phoenix.sce.fct.unl.pt/modellus/.....">http://phoenix.sce.fct.unl.pt/modellus/.....</a>	44
Figura 2	Simulação no <i>Software</i> .....	47
Figura 3	Diagrama V.....	48
Figura 4	Guia de atividades proposto no projeto piloto.....	50

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1	Dados das 3 atividades desenvolvidas .....	58
Tabela 2	Avaliação das atividades .....	70

## RESUMO

Na 1ª série do ensino médio os estudantes se deparam com o estudo sistemático da mecânica, no qual se faz necessário descrever os movimentos e suas causas. Com isso, a abordagem de conceitos se relaciona de forma muito intensa com uma análise algébrica, em forma de conteúdos conceituais, numa construção abstrata e nem sempre com significados para os estudantes. Com a evolução tecnológica, principalmente, com o acesso a ferramentas como computadores, *tablets*, *smartphones*, entre outros, é possível utilizar simulações computacionais interativas dentro da metodologia educacional, em uma forma controlada de analisar e descrever os eventos físicos. Estes dois processos envolvem procedimentos (análise de variáveis, estudo de relações entre variáveis, manipulações algébricas, entre outros) que, se acompanhados da compreensão conceitual, podem contribuir e justificar para os estudantes que os eventos e as grandezas físicas são modificados mediante as ações bem específicas executadas por um sujeito. Neste sentido, este trabalho teve como objetivo propor e verificar a aprendizagem de conteúdos conceituais e procedimentais em Física mediada por simulações computacionais através de uma proposta investigativa. Para tanto, foi proposto com a utilização do *software Modellus*, que habilita um ambiente virtual no qual é possível simular e compor modelos físicos bem acessíveis aos alunos, lhes permitindo testar valores em suas hipóteses, visualizar de imediato a construção gráfica e a tabulação de dados, de modo a efetivar sua relevância no modelo construído. Para o desenvolvimento das atividades foram elaborados e utilizados um guia de atividades baseado em uma abordagem de caráter investigativa. A organização e estrutura do guia teve como objetivo estimular os estudantes a questionarem, levantarem hipóteses, testarem suas hipóteses, além de discutirem e comunicarem os resultados. Foram desenvolvidas 3 atividades que abordavam conceitos sobre movimento bidimensional (cinemática), gravitação universal e Energia, respectivamente. Como resultado geral, pode-se afirmar que, partindo da proposta investigativa utilizando o guia de atividades e o *software Modellus*, foi possível que os alunos relacionassem a ligação direta entre conteúdos de conceito e de procedimento durante a execução das atividades, sendo, estas, ferramentas com potencial dentro do ensino de Física por investigação.

**Palavras-Chave:** Conteúdos conceituais e procedimentais, Simulações com *Modellus*, Atividade investigativa, Ensino de Física

## ABSTRACT

Students at the first grade of High School are faced with systematic studies of Mechanics, in which it is necessary to describe the Movement and their causes. Because of that, the approach of concepts is closely related to algebraic analysis, in the form of conceptual contents, in an abstract construction but not always meaningful to the students. After technological evolution, especially with access to tools such as computers, tablets, smartphones, among others, it is possible to use interactive computational simulations within an educational methodology in a controlled way of analyzing and describing physical events. These two processes involve procedures (analysis of variables, study of relations between variables, algebraic manipulations, among others) that, if accompanied by conceptual understanding, may contribute to justify and make it fun for students that events and physical quantities are modified through very specific actions performed by a subject. In this case, this work aimed to propose and verify the learning of conceptual and procedural contents in Physics mediated by computational simulations through an investigative proposal. In this way, it was proposed to use the *Modellus* software, which enables a virtual environment in which it is possible to simulate and compose physical models accessible to students. The software allows them to test different values in their hypotheses, to visualize graphical construction and data tabulation immediately, in order to make its relevance in the constructed model. To help the development of the activities, a class activities guide based on an investigative approach was elaborated and used in class. The organization and structure of the guide was intended to encourage students to make questions, to test their assumptions, discuss, and report the results. Three activities that addressed concepts of two-dimensional (Kinematic) motion, Universal Gravitation and Energy respectively were developed. As a general result, it can be stated that, based on the research proposal using the activity guide and the *Modellus* software, it was possible for students to relate the direct link between concept and procedural contents during the execution of the activities knowing that these tools have potential positive impact while teaching Physics by investigation.

Keywords: Conceptual and procedural, *Modellus* simulations, Research activity, Physics teaching

## SUMÁRIO

1. Introdução .....	12
2. Objetivos .....	15
2.1 Objetivo geral .....	15
2.2 Objetivos específicos .....	15
3. Referencial Teórico .....	16
3.1. Conteúdos de aprendizagem .....	16
3.1.1. Tipologias de conteúdos de aprendizagem .....	16
3.1.1.1. Conteúdos conceituais .....	18
3.1.1.2. Conteúdos procedimentais .....	23
3.1.1.3. Conteúdos atitudinais .....	25
3.1.2. A aprendizagem de conteúdos procedimentais no ensino de Física .....	28
3.2. Laboratórios virtuais .....	38
3.2.1. Laboratórios virtuais para o ensino de Física .....	38
3.2.2. Simulações computacionais no ensino de Física utilizando o <i>software Modellus</i> ..	40
4. Metodologia de pesquisa .....	45
4.1. Sujeitos da pesquisa .....	46
4.2. Contexto da aplicação do produto desenvolvido .....	47
4.3. Local do experimento .....	48
4.4. Ferramenta de simulação .....	48
4.5. Instrumento de coleta de dados .....	49
4.6. Estudo piloto .....	50
4.6.1 Resultados e discussões no projeto piloto .....	53
4.7. Metodologia de análise dos dados.....	56
5. Resultados e Discussões .....	58
5.1. Análise das atividades “Jogando basquete”, “Mais pesado ou mais leve”, “Energia para ir mais alto” .....	58
5.2. Interação dos estudantes com o software .....	72
6. Considerações finais .....	73
7. Referências .....	77
Anexos.....	79
Apêndice - O uso do software Modellus na abordagem de conteúdos conceituais e procedimentais.....	87

## 1. INTRODUÇÃO

Ao se iniciar o ensino de Física para o Ensino Médio é comum a utilização de uma abordagem dos fenômenos da mecânica de forma cinemática (descrição dos movimentos sem alusão a suas causas) e, posteriormente, de uma abordagem dinâmica (justificando as causas dos movimentos). Com isso, a descrição algébrica é repetidamente utilizada para estabelecer relações de proporcionalidade entre as grandezas físicas relacionadas à situação que se quer analisar e também relações de quantidade, ao atribuir valores a elas durante a descrição dos eventos.

Uma abordagem que utilize prioritariamente conceitos e teorias para descrever os eventos físicos faz alusão sobre situações abstratas, que exigem, dos estudantes, imaginar os eventos e suas particularidades acontecendo. Com isso, é possível inferir um comprometimento dos significados físicos construídos pelos estudantes, uma vez que as principais abordagens, experienciados por professores do estudo de Física, focam a resolução de exercícios teóricos, propostos ao fim de cada etapa de discussões, organizando procedimentos algébricos com variáveis que, para os estudantes, nem sempre se conectam com os eventos físicos correspondentes.

Hoje, o acesso a ferramentas como computadores, *tablets*, entre outros, oportuniza a utilização de outras formas de abordagem dos conteúdos, a partir do uso de simulações computacionais interativas, que são uma forma controlada de analisar e descrever os eventos físicos. Estes dois processos, analisar e descrever, envolvem procedimentos (análise de variáveis, estudo de relações entre variáveis, manipulações algébricas, entre outros) que, se acompanhados da compreensão conceitual, podem contribuir para justificar e tornar lúdico, para os estudantes, que os eventos e as grandezas físicas são modificados mediante ações bem específicas executadas por um sujeito.

A tecnologia associada ao ensino de Física pode utilizar objetos e situações abstratas a ponto de tornar reais e acessíveis à manipulação, por parte dos estudantes, de estruturas como equações, vetores, funções e operadores geométricos, entre outros. Com isso, o estudo e a organização de um modelo físico pode ser testado intensamente com a alteração dos parâmetros utilizados, que de imediato são visualizados e expressam as consequências das alterações no modelo.

Um ponto importante é que, com as simulações, os estudantes podem aprender-explorando, uma vez que, com estas, trabalham com criações de outros (VEIT, 2005). Além disso, com a prática e apropriação das ferramentas computacionais, também podem aprender-fazendo, pois, a partir destas, constroem seus próprios modelos e simulações (VEIT, 2005), sendo que, com um mesmo modelo computacional, os estudantes podem desfrutar de diferentes representações visuais como, gráficos, animações, tabelas, objetos animados.

É importante que o professor estimule o uso das simulações como uma forma de tomada de consciência, por parte do aluno, de que existem conceitos em modelos físicos que embasam tais simulações computacionais, reforçando que os modelos são situações idealizadas da realidade e que permitem análises específicas e gerais sobre o evento estudado.

Segundo Medeiros & Medeiros (2002), "o valor educacional de uma simulação dependerá do fato de ela poder vir a representar para o estudante um papel de auxiliar heurístico e não apenas cumprir um papel algorítmico ou meramente ilustrativo".

Nesta pesquisa trabalhamos com modelos físicos desenvolvidos com o *software Modellus*, que nos ajudou com uma análise qualitativa e quantitativa, permitindo modelos matemáticos com linguagem acessível para alunos e professores.

Este trabalho apresenta uma proposta de desenvolvimento de atividades investigativas que contemplem simulações computacionais como parte de um processo de interação simulação-aluno, aluno-aluno e professor-aluno, com foco no aprendizado de conteúdos conceituais e procedimentais. Durante o desenvolvimento das atividades os estudantes se questionam e aos colegas sobre as consequências nos modelos principalmente sobre a relação entre as grandezas.

O desenvolvimento das atividades propostas deste trabalho teve como principal questão identificar a possibilidade de ensinar e aprender conteúdos conceituais e procedimentais de Física utilizando como estratégia de ensino as simulações computacionais. Como consequência desta análise espera-se uma manifestação de conteúdos atitudinais em virtude das intervenções.

Neste trabalho de pesquisa, buscou-se utilizar e associar simulações computacionais em atividades de caráter investigativo de forma a contribuir para a aprendizagem de conteúdos conceituais e procedimentais durante análise de situações reais. Para isso, foram criadas simulações computacionais que apresentavam situações-problema nas quais o estudante era sempre o sujeito da ação, lhe permitindo aprender a partir da compreensão dos conceitos físicos e do conhecimento procedimental atrelado a ele. A metodologia de desenvolvimento das

atividades, que foram realizadas a partir das simulações, priorizaram a investigação e a análise dialogada e reflexiva entre os estudantes e destes com o professor, no intuito de definir prioridades e estratégias para resolver as situações-problema apresentadas.

Como produto deste trabalho, fica disponibilizado um livro de orientações, ao professor que tenha interesse em trabalhar com simulações e atividades investigativas. No livro está apresentado um referencial teórico que expõe ao docente a abordagem de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais como ferramentas essenciais para o ensino/aprendizagem em Física.

É apresentada uma descrição mais elaborada sobre o *software*, com indicações dos principais ícones das ferramentas, de como utilizar a janela do modelo matemático, dos gráficos, tabelas de dados e janela de notas. São disponibilizados exercícios para que o leitor possa se aproximar do programa e posteriormente desenvolva a habilidade de construir problemas futuros para discutir com os estudantes. Todos os guias de atividades possuem como cerne o diagrama V, que contribui para uma melhor organização da investigação feita pelos grupos de alunos.

Também estão disponíveis para o professor 6 guias de atividades, que podem ser usados literalmente, ou modificados na proposta do problema e/ou do desafio. Para todos os guias disponíveis, foi construído um “espelho” da simulação. Desta forma, o professor possui um gabarito do modelo matemático, dos gráficos e das tabelas de dados que o ajudarão no desenvolvimento da atividade

Espera-se que este trabalho contribua com a área de pesquisa em ensino de Física, particularmente no que diz respeito ao uso de tecnologias como ferramenta mediadora na aprendizagem desta disciplina, mas, mais do que isso, espera-se que, a partir do produto aqui apresentado, outros professores sejam orientados e encorajados a trabalharem com o *software Modellus*.



## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

Investigar a possibilidade de abordar conteúdos conceituais e procedimentais a partir de atividades com foco na resolução de problemas e baseadas em simulação computacional utilizando-se o *software Modellus* e as suas contribuições para a aprendizagem conceitual.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Desenvolver simulações no software Modellus que possam ser utilizadas pelos estudantes para a aprendizagem de conhecimentos procedimentais.
- Investigar quais conteúdos procedimentais podem ser aprendidos pelos alunos e como se estabelece a articulação entre estes conhecimentos e o conhecimento conceitual quando são utilizadas atividades de simulação computacional.
- Elaborar um guia de atividades, composto com o diagrama V, e baseado em simulação computacional que encoraje professores a utilizarem esse recurso como alternativa ao laboratório de física.

### **3. REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1. Conteúdos de Aprendizagem**

A proposta do ensino de Física voltada para a educação básica, denota uma abordagem bem geral e ao mesmo tempo superficial a partir do 9º ano do ensino fundamental, dentro da disciplina de ciências, na qual os professores têm como objetivo uma apresentação lúdica dos principais conceitos físicos relacionados aos grandes temas da Física – mecânica, termologia, óptica, ondulatória, eletricidade. Transposta esta etapa, os estudantes aprofundam os estudos durante os três anos do ensino médio, podendo se desenvolver no ambiente escolar através de conteúdos de aprendizagem, que segundo Zabala (1998) não se resumem unicamente às disciplinas ou matérias tradicionais. Segundo este autor, também são considerados conteúdos de aprendizagem todos aqueles que possibilitem o desenvolvimento das capacidades motoras, afetivas, de relação interpessoal e de inserção social dos estudantes. A seguir são apresentados os conteúdos de aprendizagem segundo tipologias definidas por Zabala (1998).

##### **3.1.1 Tipologias de conteúdos e suas aprendizagens**

Dentro de um processo educativo as propostas teórico-metodológicas previstas pelo professor em seu planejamento, que compõem as estratégias de ensino (experimentos, discussões, avaliação, entre outras), objetivam o desenvolvimento potencial dos alunos. Este desenvolvimento se configura enquanto uma evolução cognitiva e de conhecimento conceitual, procedimental e atitudinal mediada pelas relações entre professores e alunos e, entre os próprios alunos, visando atender a objetivos gerais amplos, previstos principalmente nos parâmetros curriculares nacionais (PCNs, Brasil, 1998), o que incertamente torna-se possível. Segundo Zabala (1998), as intenções educacionais são tão gerais e globais que dificilmente podem ser utilizadas como instrumentos de atuação prática no contexto tão concreto da sala de aula. Por isso, a importância do papel do professor com a proposta de mediar as relações entre os conteúdos científicos pré-definidos, que os alunos precisam saber, e conhecimentos não científicos já adquiridos pelos estudantes, afim de propor uma confluência entre eles em sua prática pedagógica através de estratégias diversas. As inferências feitas pelo professor durante as aulas estão baseadas em algumas sequências de conteúdos pré-determinados, que remetem uma

reflexão sobre “o que”, “por que” e “como” ensinar todos os pontos previstos no programa curricular. Qual é a real relevância para o aluno, por exemplo, aceitar o conceito de força e não o compreender e utilizá-lo em situações concretas? A organização para tentar entrelaçar e ligar estes pontos está na organização prévia do professor, em sua busca por ferramentas, estratégias e ações, que vão direcionar o trabalho educativo.

Em todo o início de ano letivo vários momentos são dedicados ao planejamento e organização de um plano de curso que se pretende trabalhar ao longo do ano. Esse plano geralmente é organizado focando-se os conhecimentos sobre a disciplina que se propõe a ensinar, ou seja, com vista aos fatos, enunciados, leis, etc. Segundo Zabala (1998), ao se referenciar o termo

“conteúdos” é preciso visar outras reflexões e, além das capacidades cognitivas, entendê-los como tudo que se tem que aprender com o propósito de alcançar os objetivos pré-fixados, evitando, assim, construir uma proposta educacional com uma abordagem unilateral. De acordo com esse autor, é preciso ter clara a compreensão de que “também serão conteúdos de aprendizagem, todos aqueles que possibilitem o desenvolvimento das capacidades motoras, afetivas, de relação interpessoal e de inserção social” dos educandos (Zabala, 1998). Portanto, além dos conteúdos relacionados aos conhecimentos teóricos a serem adquiridos em cada área de conhecimento, deve-se considerar outros tipos de conteúdo, que contribuirão de forma diferenciada para a formação dos alunos enquanto sujeitos de uma sociedade em constante desenvolvimento.

As abordagens desses conteúdos estão implícitas em algumas ações desenvolvidas na escola, que correspondem ao currículo conhecido como currículo oculto, que é trabalhado de forma direta no espaço escolar, contudo, não é descrito no currículo formal. Para Perrenoud (1996), no currículo oculto figuram as aprendizagens regulares produzidas pela escola e que não constam nos planejamentos. Já Moreira (1997) aponta o surgimento de duas distinções no currículo: currículo formal e currículo oculto. O currículo citado pela escola é o formal, já o currículo oculto era aquele transmitido implicitamente, mas não mencionado pela escola e que se fazia de tal forma imponente, pois podia proporcionar controles sociais, lutas ideológicas e políticas, provocadoras de mudanças sociais. É possível identificar alguns elementos desta aprendizagem como regras, organização de espaços, regulamentos e divisão do tempo, sendo importante entender os bastidores destas ações para que elas agreguem valor dentro do processo educativo.

As experiências na educação escolarizada e seus efeitos são, algumas vezes, desejadas e outras, incontroladas; obedecem a objetivos explícitos ou são expressões de proposição ou objetivos implícitos; são planejados em alguma medida ou são fruto de simples fluir da ação. Algumas são positivas em relação a uma determinada filosofia e projeto educativo e outras nem tanto ou completamente contrárias. (SACRISTÁN, 2000, p. 43).

Neste sentido, percebe-se que tais conteúdos não compõem de forma direta os planos de trabalho tradicional. Sendo assim, afim de que haja possibilidade de inseri-los no processo de aprendizagem, é necessário repensar o que consideramos serem os conteúdos de aprendizagem e optar por uma definição mais ampla a esse respeito.

Em todo o processo educativo, seja na educação básica, no ensino superior, no ensino técnico ou outras modalidades (educação de jovens e adultos, educação especial), é possível fomentar a aprendizagem considerando-se a tipologia de conteúdos em conceitual, procedimental e atitudinal. É importante destacar que, ao contrário da ênfase que atualmente é dada aos conteúdos conceituais, cada processo educativo deve contemplar uma parte, não necessariamente igualitária, destes três tipos de conteúdo (quadro 1). As tipologias de conteúdos se complementam para facilitar o processo de aprendizagem.

Quadro 1. Distribuição dos três tipos de conteúdo em cada processo educativo

Conteúdos	Educação infantil	Ensino fundamental	Ensino médio	Ensino superior	Formação profissional
Conceituais	%	%	%	%	%
Procedimentais	%	%	%	%	%
Atitudinais	%	%	%	%	%
	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: Adaptado de Zabala, 1998, p. 31

### 3.1.1.1 Conteúdos Conceituais

A aprendizagem de conteúdos conceituais e de princípios contempla a construção de significados, pelo estudante, em relação a fatos, objetos e símbolos que podem ser modificados

e relacionados com outros fatos, objetos e símbolos, ou mesmo a relação destes em situações que descrevem causa e efeito, permitindo que a aprendizagem seja a mais significativa possível.

É possível dizer que sabemos o conceito de “carro” quando conseguimos utilizar este termo em qualquer atividade que o requeira. Também podemos dizer que sabemos o princípio da conservação da quantidade de movimento quando este conhecimento nos permite interpretar o recuo de uma arma após disparar um projétil e qualquer outra situação em um contexto diferente deste. Segundo Zabala (1998), tais relações são atividades complexas e que provocam um real processo de *elaboração e construção* pessoal do conceito.

Podemos compor a reflexão sobre os conteúdos conceituais a partir de uma combinação entre fatos, conceitos e princípios, que suscitam variadas formas de abordar o currículo durante as atividades de ensino, aprendizagem e avaliação. Os fatos ou dados são declarações ou afirmações sobre o que conhecemos, em uma assimilação reprodutiva e repetitiva. Parte de aprender ciência exige conhecer alguns fatos concretos, tais como: a medida de 1 metro equivale a 100 centímetros; a água ferve a 100°C no nível do mar; o símbolo do carbono é C.

Existe uma necessidade no contexto escolar de internalizar estes fatos, mas não pura e simplesmente decorá-los, e sim atribuir-lhes sentido ou significado que, uma vez relacionados dentro de uma rede com outros significados, permite, ao estudante, apropriar-se de conceitos, sendo agora possível explicar por que os fatos ocorrem e que consequências eles têm. Quando um paraquedista salta de um avião é um fato afirmar que ele cai e, após abrir o paraquedas, chega em segurança ao chão. Mas é necessário interpretar isso e refletir por que o paraquedas aberto reduz a velocidade ou se o mesmo equipamento pode ser utilizado por todas as pessoas ou, ainda, como é possível manobrar o paraquedas e aterrissar em um ponto determinado. Além disso, é necessário formular hipóteses e propor relações com outros eventos de mesma origem. Tomado o salto do paraquedista, quais relações conceituais de causa e consequência são possíveis de se fazer com a queda de um menino que corria de *skate*, o salto de um trampolim, ou até mesmo um tropeço em um degrau na calçada. Para todas estas reflexões é necessário ordenar os conceitos na tentativa de justificar e validar a descrição destes fatos em uma busca por significados.

Tomando uma relação mais aprofundada entre os conceitos, e com um maior grau de abstração que precisa ser desenvolvida pelos estudantes, configura-se a assimilação de um princípio. Este é gerado por meio da apropriação dos conceitos mais específicos a ponto de construir conteúdos mais gerais e abstratos, que devem ser a meta final. Daí a necessidade de incluí-los no currículo

do Ensino Médio. Com isso, apropriar-se de conceitos como força, massa, distância, velocidade, entre outros, nos permite construir uma proposta conceitual mais ampla que oportuniza a assimilação de princípios como conservação e equilíbrio, que vão possibilitar uma descrição mais fiel dos eventos estudados.

Por isso, as várias formas de conteúdos conceituais desempenham importante contribuição dentro do currículo, mesmo que agindo com funções diferentes, e de algum modo tanto os fatos, conceitos e princípios são mutuamente necessários ao longo do processo de aprendizagem. Segundo Pozo e Crespo (2009), os conteúdos conceituais podem ser subdivididos em dados, conceitos e princípios.

Uma informação que declara algo sobre o mundo é um dado ou fato, exemplo:

- A distância de 1 quilômetro equivale a 1000 metros
- As rochas são formadas por minerais
- O símbolo do carbono é C

Alguns dados são necessários para ensinar Física, mas com o objetivo de construir sentido ou significado para os estudantes. Outros dados são entendidos por eles por meio de uma interação cotidiana com os objetos que já é feita de longa data. Por exemplo, não é necessário ensinar aos estudantes que um objeto cai se estiver sem apoio, ou que um piso com sabão escorrega mais do que o mesmo piso seco, este entendimento científico vai se solidificando com as interações do próprio indivíduo com o seu meio.

A necessidade de compreender um fato ou dado a ponto de que este tenha sentido ou significados requer relacioná-los dentro de uma rede de significados que explica por que ocorrem e as consequências que eles têm. Ter a informação de que a massa dos corpos não influencia na velocidade durante a queda livre requer outros fatos ou conceitos, sendo mais difícil interpretar e compreender um dado do que somente conhecê-lo. Saber da existência dos dias e das noites é um fato, até mesmo perceber que em determinado período do ano os dias são maiores e as noites menores, e em outro período do ano os dias são menores e as noites são maiores. Para isso é necessário estabelecer algumas relações entre os movimentos de rotação e translação da Terra, o que vai exigir do estudante uma maior estruturação das informações recebidas.

Segundo Pozo (1992), pretender que os alunos aprendam ciência como um conjunto de dados ou como um sistema de conceitos implica formas completamente diferentes de orientar o ensino

dela e, por conseguinte, atividades de ensino, aprendizagem e avaliação também completamente diferentes. Com isso, a ciência oportuniza o aprendizado de novos dados, mas sobretudo pontos conceituais que vão orientar a interpretação dos dados adquiridos na escola ou fora dela.

Os princípios são conceitos gerais que exigem dos estudantes um grande nível de abstração e organização (Pozo e Crespo, 2009), que é subentendido no contexto da organização conceitual de uma área, ou que não se manifestam claramente. Conceitos como o de conservação de energia ou de momento linear, são princípios que entrelaçam vários conteúdos da disciplina de Física, aparecendo no currículo como objetivo essencial o seu entendimento e compreensão plena.

O objetivo final deve ser conseguir uma compreensão dos conteúdos mais gerais e abstratos, e isso só é possível através da mediação dos conceitos e dados, com cada estrutura desempenhando uma função diferente no currículo e, de algum modo, sendo extremamente necessário em algum momento.

Uma pessoa constrói o conhecimento de um conceito quando é capaz de dotar de significado um material ou uma informação que lhe é apresentada, ou seja, quando “compreende” este material (Pozo e Crespo, 2009). Conseguir oralizar e traduzir algo para as suas próprias palavras seria equivalente a compreender. Por exemplo, os alunos trazem para as aulas seus próprios modelos ou representações da realidade e é possível verificar se eles entenderam um conceito quando o professor faz com que ele relacione as concepções prévias. Os estudantes aprendem fatos e conceitos ao longo do estudo da Física, e este aprendizado se dá de forma diferente, como é apresentado no quadro 2 que expõe a diferença entre fatos e conceitos como conteúdo de aprendizagem.

Quadro 2. Diferença entre fatos e conceitos

Diferença entre fatos e conceitos como conteúdo de aprendizagem		
	Fato	Conceito
Consiste em	Cópia literal	Relação com conhecimentos anteriores
É aprendido	Por revisão (repetição)	Por compreensão (significado)
É adquirido	De uma vez	Gradualmente
É esquecido	Rapidamente sem revisão	Lenta e gradualmente

Fonte: Pozo, 1992

A aquisição do conhecimento de dados e fatos tem uma perspectiva de saber tudo ou nada, como, por exemplo, o nome dos processos de mudança de estado físico (fusão, evaporação, sublimação...). Já sobre os conceitos, é possível que os alunos os percebam em diversos níveis, em uma abordagem de como ele compreende os novos conceitos.

O quadro 3 sugere algumas precauções para que a aprendizagem de conceitos não seja tratada como uma aprendizagem de fatos.

Quadro 3. Alguns critérios para diferenciar fatos e conceitos durante o processo de avaliação

- Evitar perguntas e tarefas que permitam respostas reprodutivas, ou seja, evitar que a resposta correta apareça literalmente incluída nos materiais e atividades de aprendizagem
- Na avaliação procurar situações e tarefas novas, pelo menos em algum aspecto, exigindo do aluno que generalize seus conhecimentos para uma nova situação.
- Avaliar no começo das sessões ou dos blocos temáticos os conhecimentos prévios dos alunos, ativando suas ideias e trabalhando a partir delas.
- Valorizar as ideias pessoais dos alunos, promovendo o uso espontâneo de sua terminologia, treinando-os em parafrasear ou explicar as coisas com suas próprias palavras.
- Valorizar as interpretações e conceitualizações dos alunos que se afastam ou desviam da ideia aceita. Esta valorização deve ser feita não apenas antes, mas também depois da instrução.
- Utilizar técnicas "indiretas" (classificação, resolução de problemas, etc.) que tornem inútil a repetição literal e acostumar os alunos a que se aventurem a usar seu conhecimento para resolver enigmas, problemas e dúvidas, em vez de encontrar a solução fora deles mesmos (no professor, no livro etc.).

Fonte: Pozo, 1992



### 3.1.1.2 Conteúdos procedimentais

As abordagens mais tradicionais no ensino de ciências privilegiam uma transmissão conceitual de conteúdos em detrimento às atitudes e procedimentos. O ensino para o professor se restringe a explicar e o aprendizado para aluno se restringe a escutar e copiar, em um treino constante no desenvolvimento teórico de algoritmos e técnicas organizadas para quantificar o evento estudado, a ponto de considerar o aprendizado pela assimilação correta destas análises sistemáticas e quantitativas.

Temos uma sociedade contemporânea com demandas formativas em constante evolução e mudança, e isso requer indivíduos com capacidade adaptativa e que saibam trabalhar com questões conceituais e procedimentais. Daí a importância do desenvolvimento efetivo de cada uma das habilidades e competências contempladas no currículo.

Sempre foi possível conhecer e interpretar o mundo físico a partir de duas propostas de investigação, uma sobre coisas que dizemos sobre a realidade e outra por meio de coisas que fazemos dentro desta mesma realidade (Pozo e Crespo, 2009). Em algumas circunstâncias é bem provável que estas ações estejam entrelaçadas, ou até há quem julgue não ser necessário saber dizer coisas (conceitos) para depois ser capaz de fazer (procedimentos) algo a que se esteja estudando. Por exemplo, executar uma simples corrida é possível para qualquer indivíduo saudável sem que seja necessário descrever a biomecânica deste ato. Portanto, os conteúdos procedimentais podem ser descritos como um conjunto de ações, habilidades, estratégias (planejamento e tomada de decisão sobre os passos que serão seguidos) (Pozo e Crespo, 2009) e técnicas (rotina automatizada devido a prática repetitiva) (Pozo e Crespo, 2009), ordenadas e com um fim visando a concretização de um objetivo. Ou seja, os alunos, por meio dos conteúdos procedimentais, eles assimilam e aprendem a informação mecanicamente a fim de adquirir elementos que lhes oportunizem um planejamento e execução eficiente das ações que os levarão à concretização dos desafios. Dessa forma, pode-se considerar como conteúdos procedimentais: ler, desenhar, observar, calcular, traduzir, classificar (Zabala, 1998). De posse destas ferramentas o estudante elabora sua percepção de mundo e fica mais qualificado a transpor desafios e obstáculos. É possível tomar como exemplo de conteúdos procedimentais o treinamento de um atleta que aprende uma rotina motora por meio da automatização (técnicas) e utiliza de forma intencional deste aprendizado com o fim de alcançar determinadas metas (estratégia). O uso eficaz de uma estratégia depende, em grande medida, do domínio das técnicas que dela fazem parte (Pozo e Crespo, 2009). Com isso, no ensino de ciências os procedimentos de formular e tentar comprovar uma hipótese, por exemplo, sobre a influência

da força na alteração da velocidade de um corpo, é a execução de uma estratégia que requer conhecimentos de como relacionar as variáveis e organizar instrumentos para medir a força e velocidade, o que caracteriza possuir algumas técnicas bem específicas. A diferenciação apresentada no quadro 4, no permite ver uma dicotomia entre o que podemos dizer e o que podemos fazer. São dois tipos de conhecimentos que podem ser adquiridos, ou não, no mesmo processo. Os conceitos podem ser facilmente verbalizados e sua oralidade é exposta de forma consciente. Por outro lado, não é tão simples expor verbalmente os conhecimentos adquiridos, mas isso pode ser apresentado por meios de ações, mesmo que inconscientes e automáticas, ocorrendo em um processo mais gradual e demorado. O quadro 4 apresenta algumas diferenças entre conceitos e procedimentos necessários durante o estudo de um determinado evento físico.

Quadro 4. Diferenças entre conceitos e procedimentos

	<b>Conceitos</b>	<b>Procedimentos</b>
<b>Consiste em</b>	Saber o que	Saber como
<b>É</b>	Fácil de verbalizar	Difícil de verbalizar
<b>Se possui</b>	Por um processo de construção	Em parte
<b>Se adquire</b>	Gradualmente	Gradualmente
<b>Se adquire</b>	Por exposição (ensino repetitivo)	Por prática/exercício (ensino por descoberta)
<b>Processamento</b>	Essencialmente controlado	Essencialmente automático

Fonte: Adaptado de Andersom, 1983

Citando Zabala:

A aplicação em contextos diferenciados se baseia no fato de que aquilo que aprendemos será mais útil na medida em que podemos utilizá-lo em situações nem sempre previsíveis. Esta necessidade obriga que as exercícios sejam tão numerosas quanto for possível e que sejam realizadas em contextos diferentes para que as aprendizagens possam ser utilizadas em qualquer ocasião (Zabala, 1998, p. 46).

Uma forma de exercitar a aprendizagem de conteúdos procedimentais é fazendo, e por várias vezes se assim for necessário. Contudo, é essencial ser capaz de refletir sobre como realizar tal ação e as condições ideais em que será desenvolvida.

### **3.1.1.3 Conteúdos Atitudinais**

A terceira tipologia de conteúdo é classificada como atitudinal e contempla valores, atitudes e normas às quais o indivíduo deverá fazer ou estar sujeito a elas, em uma avaliação constante sobre suas ações e como estas estão vinculadas a apropriação e avaliação das normas, modelos e conteúdos. Os *valores* são ideias éticas ou princípios que permitem a emissão de juízo sobre uma conduta e seu sentido, exemplo: solidariedade e respeito aos outros; *atitudes* são inclinações das pessoas para agir de certa forma, conforme os valores estabelecidos, como cooperar com o grupo e ajudar os colegas; *normas* são padrões que se propõem a moldar a conduta de um grupo de pessoas em determinadas situações, como concordar de forma coletiva sobre determinados valores que apontam ao grupo o que se pode ou não fazer (Zabala, 1998).

O principal foco das avaliações usadas nas instituições escolares está nos conhecimentos conceituais, seguido com uma parcela menor por abordagens procedimentais, enquanto as atitudes dos alunos praticamente não são levadas em conta, porventura se encaixem mal no modelo tradicional de prova (Pozo e Crespo). Esta proposta está regida pelo ensino de uma educação em ciências que oportuniza a transmissão de conhecimentos conceituais, ficando as atitudes fora dos objetivos educacionais e dos currículos, assumindo, quando possível, uma abordagem oculta e indireta.

Uma substancial parcela de incômodo ao trabalho do professor corresponde às atitudes e valores expostos pelos alunos durante o processo de ensino. Estes elementos não são ensinados na escola e, talvez por isso, sejam tão necessários durante o processo, uma vez que, desinteresse, falta de educação ou comprometimento compõem os principais apontamentos docentes como uma das evidentes causas do rendimento insuficiente dentro do aprendizado de ciências. A mudança nas atitudes dos alunos pode ser promovida e estimulada pelo professor, desde que seja inserida adequadamente na proposta educacional e colocada de forma explícita durante o processo de ensino, a ponto de viabilizar uma mudança de conduta por parte dos estudantes. É possível exemplificar as atitudes como sendo uma porção gasosa, incolor e insípida fluindo por todos os espaços do currículo, um pouco diferente da abordagem de um sólido, analogia que pode ser atribuída aos conteúdos conceituais, e que lhes permite ser fragmentados, separados,

unidos de acordo com o objetivo educacional (Pozo e Crespo, 2009). Por serem dificilmente fragmentáveis se faz necessário um trabalho contínuo e construído a longo prazo na aquisição de conteúdos atitudinais, que por seu caráter difuso pode ser disseminado por todas as disciplinas e não ser responsabilidade específica de nenhuma delas. A proposta de educação em atitudes deve ter como objetivo a promoção de mudanças gerais e estáveis como, por exemplo, promover a tolerância, cooperação, curiosidade, interesse pela ciência, entre outras (Pozo e Crespo, 2009), num esforço conjunto entre professores e alunos pelo propósito de se perceber estas atitudes que são tão necessárias e, por vezes, colocadas como inalcançáveis.

Os indivíduos são instintivamente dotados de curiosidade, o que gera uma atitude questionadora frente a realidade. Particularmente, com relação às Ciências e seu ensino, seria possível norteá-la pelos métodos científicos específicos a ponto de aproximá-la da realidade. Este ponto parece minar as possíveis atitudes científicas que os alunos possam esboçar. Contudo, algumas atitudes podem ser promovidas entre os alunos com significativa influência em sua conduta e em seus valores, são elas: com respeito à ciência, com respeito à aprendizagem da ciência, e com respeito às implicações sociais da ciência (Pozo e Crespo, 2009) (Quadro 5).

Quadro 5. Três tipos de atitudes que devem ser promovidas entre os alunos com relação ao ensino de ciência

Atitudes com respeito à ciência	
Interesse por aprendê-la	Motivação interior
	Motivação relacionada ao ambiente
Atitudes específicas (conteúdos)	Gosto pelo rigor e precisão no trabalho
	Respeito pelo meio ambiente
	Sensibilidade pela ordem e limpeza do material de trabalho
	Atitude crítica frente aos problemas apresentados pelo desenvolvimento da ciência
Atitudes com respeito à aprendizagem da ciência	
Relacionadas com o aprendizado	Enfoque superficial (repetitivo)
	Enfoque profundo (busca de significado)
Relacionadas com o autoconceito	Conduta
	Intelectual
	Social
Relacionadas com os colegas	Cooperativa em oposição à competitiva
	Solidariedade em oposição ao individualismo
Relacionadas com o professor	Modelo de atitudes
Atitudes com respeito às implicações sociais da ciência	
Na sala de aula e fora dela	Valorização crítica dos usos e abusos da ciência
	Desenvolvimento de hábitos de conduta e consumo
	Reconhecimento da relação entre o desenvolvimento da ciência e a mudança social
	Reconhecimento e aceitação de diferentes pautas de conduta nos seres humanos

Fonte: Pozo e Crespo, 2009, p. 38

Da primeira, com respeito à ciência, a questão foco e o desafio seriam promover a atitude crítica e reflexiva, potencializando uma concepção histórica do conhecimento, vendo a ciência mais como uma forma de fazer perguntas do que uma resposta já definida. Já com respeito à aprendizagem da ciência, traz um foco para o aprendizado da ciência como algo que é digno de

esforço, que entenda a ciência como uma opção favorável para seu futuro acadêmico e pessoal, como uma motivação para aprender ciência. Com respeito às implicações sociais da ciência, requisita que o aluno analise posições com respeito aos usos sociais da ciência e suas consequências, visando uma relação de causa e consequência entre a ciência e as mudanças sociais.

### **3.1.2 A aprendizagem de conteúdos procedimentais no ensino de Física**

Os conteúdos procedimentais expressam um saber fazer, que envolve conhecimentos para a tomada de decisões e realização de uma série de ações, de forma ordenada e não aleatória, para atingir uma meta (Pro Bueno, 1995; Pozo, Postigo e Crespo, 1995; Coll e Valls, 2000). Para se trabalhar procedimentos com os alunos é preciso tomar ciência da necessidade do uso dos conhecimentos prévios dos alunos, tanto os factuais, conceituais e procedimentais, fazendo uma ponte entre o que ele já sabe e os novos aprendizados pleiteados por eles, promovendo um aprendizado mais completo. Coll e Valls (2000), expõem vários verbos chamados por eles de “verbos procedimentais”. Como exemplos: manejar, usar, construir, aplicar, coletar, observar, experimentar, elaborar, simular, demonstrar, planejar, avaliar, representar, analisar, identificar, entre outros. Tomando estes verbos é possível organizar algumas ações no desenvolvimento de resoluções de problemas em Física, tais como: analisar qualitativamente dados quantitativos referentes ao cotidiano, compreender questões propostas e formular novas a partir de situações reais, identificar as variáveis relevantes de uma situação problema, integrar fenômenos dentro das várias ciências e áreas do conhecimento. Estes são pontos que podem ser estimulados no contexto escolar a fim de aproximar os conteúdos procedimentais da dinâmica e do aprendizado em ciências.

No contexto da sala de aula, os educadores fazem referência a algumas situações, também chamadas de problemas, que diferem de importância e significado para os estudantes. Proporcionar aos alunos habilidades específicas em cada área do conhecimento e a capacidade de articular estratégias na resolução de problemas compõe um objetivo em cada disciplina. A partir dessas habilidades os alunos passam a ser capazes de desenvolver estratégias pessoais de solução de problemas em todas as áreas do conhecimento, internalizando hábitos de raciocínio que edifiquem suas ações perante a situações da vida cotidiana. Saber resolver problemas somente se transforma em uma ação autônoma e espontânea se articulada com o cotidiano, fato evidenciado no momento em que os estudantes desenvolvem as atitudes de procurar respostas

para suas próprias perguntas/problemas em um hábito de questionar-se (Pozo e Crespo, 2009). Como objetivo final, o aluno desperta e adquire o hábito de propor-se problemas e resolvê-los como uma forma natural de aprender. Resolver problemas, requer assimilar situações novas ou diferentes do que já foi aprendido, com a necessidade de utilizar estratégias e técnicas já conhecidas (Pozo e Postigo, 1993). Com a resolução de inúmeros problemas, este ficará reduzido a um exercício e, embora este seja importante para consolidar as habilidades básicas, não pode ser confundido com a solução de problemas que requer a construção de estratégias e tomada de decisões sobre a questão que se queira investigar.

A resolução de problemas e a realização de exercícios possuem limites que nem sempre são simples de determinar. Por exemplo, o aluno que não consegue usar uma trena para medir o comprimento de um fio, dificilmente vai recorrer a esta técnica para tentar relacionar o comprimento de um pêndulo com seu período, mas é possível que outros alunos executem bem esta tarefa por se apropriarem bem desta técnica. Entretanto, é importante ficar claro para os alunos que o que se deseja avaliar nas atividades são exercícios e/ou atividades que vão exigir deles algo a mais do que uma repetição, caracterizando um problema. Resolver um determinado problema exige um bom entendimento da tarefa proposta, que é ir além de compreender a linguagem e os símbolos; é assumir as diretrizes do problema e se dispor a buscar a solução, a organização de um plano que nos leve à execução da meta e ao objetivo final e, também, uma abordagem analítica que nos leve a verificar se a meta foi alcançada com sucesso. Com isso, as atividades que ajudam a pessoa a identificar os elementos que ela conhece e também quais são os novos elementos inseridos no problema, contribuem para uma melhor compreensão. De outra forma, mudar as atividades de forma a encaixá-las no contexto vivido pelos estudantes, certamente desperta um interesse por parte deles para resolvê-las.

O quadro 6 apresenta uma sequência de reflexões que, segundo o matemático Polya, (1945, *apud* Pozo e Echeverria, 1998, p.22), se assume como necessária para resolver um problema. Segundo ele, a resolução de um problema exige, compreender o problema, organizar um plano para se resolver o problema, executar bem o plano e, por fim, fazer uma análise para saber se o objetivo foi alcançado.

Quadro 6. Passos necessários para resolver um problema

**Compreender o problema**

- Qual é a incógnita? Quais são os dados?

- Qual é a condição?

A condição é suficiente para determinar a incógnita?

É suficiente?

Redundante?

Contraditória?

**Conceber um plano**

- Já encontrou um problema semelhante?

Ou já viu o mesmo problema proposto de maneira um pouco diferente?

- Conhece um problema relacionado com este?

Conhece algum teorema que possa lhe ser útil?

Olhe a incógnita com atenção e tente lembrar um problema que lhe seja familiar ou que tenha a mesma incógnita, ou uma incógnita similar.

- Este é um problema relacionado com o seu e que já foi resolvido. Você poderia utilizá-lo?

Poderia usar o seu resultado?

Poderia empregar o seu método?

Considera que seria necessário introduzir algum elemento auxiliar para poder utilizá-lo?

- Poderia enunciar o problema de outra forma?

Poderia apresenta-lo de forma diferente novamente?

Refira-se às definições.

- Se não pode resolver o problema proposto, tente resolver primeiro algum problema semelhante. Poderia imaginar um problema análogo um pouco mais acessível?

Um problema mais geral?

Um problema mais específico?

Pode resolver uma parte do problema?

Considere somente uma parte da condição; descarte a outra parte. Em que medida a incógnita fica agora determinada?

De que forma pode variar?

Você pode deduzir dos dados algum elemento útil?

Pode pensar em outros dados apropriados para determinar a incógnita?

Pode mudar a incógnita?

Fonte: Polya, 1945 *apud* Pozo e Echeverria, 1998, p.22



Continuação do Quadro 6: Passos necessários para resolver um problema

Pode mudar a incógnita ou os dados, ou ambos, se necessário, de tal forma que a nova incógnita e os novos dados estejam mais próximos entre si?

- Empregou todos os dados?

Empregou toda a condição?

Considerou todas as noções essenciais concernentes ao problema?

**Execução do plano**

- Ao executar o seu plano de resolução, comprove cada um dos passos.

- Pode ver claramente que o passo é correto?

- Pode demonstrá-lo?

**Visão retrospectiva**

- Pode verificar o resultado?

- Pode verificar o raciocínio?

- Pode obter o resultado de forma diferente?

Pode vê-lo com apenas uma olhada?

Você pode empregar o resultado ou o método em algum outro problema?

Fonte: Polya, 1945 *apud* Pozo e Echeverria, 1998, p.22

Para compreender um problema, segundo Pozo (2009), é necessário compreender a linguagem usada nas atividades, e possuir alguns conhecimentos prévios que vão dar fluidez durante o processo de resolução do problema. Existem diferentes técnicas que podem favorecer a compreensão dos problemas, por parte dos alunos, sendo algumas descritas no quadro 7.

Durante a resolução do problema é preciso refletir sobre a distância entre a situação na qual partimos e a meta à qual temos por objetivo chegar (Polya, 1945), e quais os operadores mais eficientes para reduzir esta distância. Os procedimentos são discriminados por Polya (1945) como “estratégicos” (planos, metas e submetas que o aluno pode estabelecer durante sua busca durante o desenvolvimento do problema), ou procedimentos de solução de problemas como “regras”, “algoritmos ou operadores” (que são planos de transformação da informação).

Quadro 7. Algumas técnicas que ajudam a compreender melhor os problemas

- Fazer perguntas do seguinte tipo:
Existe alguma palavra, frase ou parte da proposição do problema que não entendo?
Qual é a dificuldade do problema?
Qual é a meta?
Quais são os dados que estou usando como ponto de partida?
Conheço algum problema similar?
- Tomar a propor o problema usando seus próprios termos.
- Explicar aos colegas em que consiste o problema.
- Modificar o formato da proposição do problema (usar gráficos, desenhos, etc.)
- Quando é muito geral, concretizar o problema usando exemplos.
- Quando é muito específico, tentar generalizar o problema.

Fonte: Polya, 1945

Segundo Pozo (2009), existem inúmeras variedades de estratégias que qualquer pessoa pode tomar ao se deparar com um problema. Algumas destas estratégias estão expostas no quadro 8.

Quadro 8. Algumas estratégias de solução de problemas (Pozo e Crespo, 2009, p. 25)

- Realizar tentativas por meio de ensaio e erro
- Aplicar a análise meios - fins
- Dividir o problema em subproblemas
- Estabelecer submetas
- Decompor o problema
- Procurar problemas análogos
- Ir do conhecido até o desconhecido

Fonte: Pozo e Crespo, 2009, p. 25

Vários projetos que se dispõem a ensinar por meio da resolução de problemas estão baseados nos trabalhos de Polya (1945). Tomamos como exemplo o programa IDEAL (Bransford e Stein, 1984) que apresenta cinco fases na resolução de problemas:

I – Identificação do problema

D – Definição e apresentação

E – Exploração de diferentes estratégias

A – Ação fundamentada na estratégia

L – Logros (resultado)

Este programa parte do princípio que as várias diferenças no desenvolvimento de solução de problemas se dão devido às diferenças na aprendizagem e que é plenamente possível ensinar a resolver problemas de forma bem ampla seguindo a sequência das letras IDEAL. É possível analisar a proposta de resolução de problemas deduzindo que essa se baseia numa abordagem geral e que não depende de um conteúdo específico, podendo ser disseminado nas várias áreas do conhecimento com o objetivo de desenvolver habilidades e estratégias. Esse tipo de abordagem nos remete uma visão geral sobre a resolução de problemas. Contudo, é necessário um conhecimento específico de conceitos e procedimentos em cada área, recurso este que é intransferível de uma área para a outra, para que se almeje um rendimento eficiente no desenvolvimento da atividade requerida, fato influenciado de forma superior pelo domínio de seus conhecimentos específicos.

Durante o processo de investigação, os estudantes não se diferenciam por suas capacidades gerais de resolução de problemas, mas diferenciam-se pela capacidade de reconhecer, manipular objetos, prestar atenção, lembrar e raciocinar, como uma forma de ascender a um melhor uso dos próprios recursos cognitivos em um aumento de especialização e perícia, que exigem do estudante um tempo considerável de muita prática.

O recurso necessário para a resolução de problemas em Física depende muito do fortalecimento de conhecimentos conceituais, exigindo uma estreita relação entre o domínio de habilidades conceituais e a aquisição de conceitos procedimentais. Em muitas situações os problemas de Física resumem-se a desenvolvimentos matemáticos, como calcular o recuo de uma arma após disparar um projétil. Isso lhe garante uma sensação de aprendizado por ter encontrado um valor final correto, mas lhe omite o real funcionamento físico da arma e as leis que podem descrevem este evento como a conservação da quantidade de movimento. Daí esta construção mecânica e matemática pode ser pouco eficiente para oportunizar aos alunos estratégias de solução de problemas. É importante que o aluno assimile eventos com o mesmo enfoque, por exemplo, do recuo da arma e entenda o por que a arma recua, antes de calcular quanto. Com isso, ele estará participando de um processo hipotético-dedutivo executado como parte dos procedimentos necessários para o entendimento do método científico e que por consequência pode habilitá-lo para desenvolver e melhor estudar problemas científicos.

O uso de procedimentos na resolução de problemas de Física, ou de qualquer outra área do conhecimento, quando passa a fazer parte das ações dos estudantes em um processo que supõe ação inconsciente e bem articulada vai ajuda-los também no desenvolvimento de problemas cotidianos, mesmo sem um rigor acadêmico, mas pautados a partir de ações como definir o problema, tomar decisões, avaliar e escolher o melhor caminho a seguir e concretizar a chegada na meta proposta.

Para Pozo e Crespo (2009, p. 48), os estudantes podem relacionar as informações adquiridas em um processo no qual é possível *dizer* coisas e expor conhecimentos sobre a realidade, e também saber *fazer* coisas que são mediadas por ações que interfiram na realidade. Este último ponto não é menos importante, contudo, é menos avaliado e estimulado por parte dos profissionais da educação. No contexto da sala de aula, mais especificamente no ensino de Física, muitos processos e métodos de aprendizagem são expostos ao aluno em uma prática que não estimula a construção do fazer, uma vez que não se flexibiliza o processo didático e pedagógico, no qual cada indivíduo ou grupo de indivíduos se permite construir etapas de ação independentes para chegar a um objetivo específico. A importância que se dá ao aprendizado dos conceitos ofusca um pouco o aprendizado de conteúdos procedimentais e atitudinais.

O professor atua no processo educativo como um facilitador do aprendizado. Organiza processo técnicos (apresentação de instruções ou modelos de ação) (Pozo e Crespo, 2009) e contempla a possibilidade de dar liberdade aos alunos para enfrentar problemas e situações em uma análise mais ampla e com liberdade de investigação e análise. O quadro 7 expõe as quatro fases principais na aquisição de um procedimento. As duas primeiras estão voltadas a promover o uso técnico do procedimento, enquanto as duas últimas potencializam a utilização em estratégias mais amplas.

Das fases a que se refere o quadro 9, a primeira fase do ensino de um procedimento vem destrinchar toda a sequência de ações que o aluno deve desenvolver, tomando como ferramenta para isso os procedimentos e habilidades já dominados pelos aprendizes. A quantidade de elementos da sequência deve ser limitada para não transpor a capacidade de atenção e trabalho do aluno, sendo importante identificar o momento de passar ao passo seguinte da sequência. Finalizando esta primeira fase, cada etapa superada pelo estudante deve ser entendida como parte integrante de uma organização maior, para que ele construa uma visão global o que está sendo feito e por quê.

A segunda fase circunda a automatização da técnica, com os alunos executando repetidas vezes a sequência de ações propostas pelo professor, com o objetivo de sintetizar as várias ações em uma rotina treinada, desencadeando a construção de uma única ação ao invés de uma sequência de ações subsequentes.

Nas duas últimas fases, o aluno pode usar o aprendizado das técnicas dominadas anteriormente em problemas que exigem uma análise mais estratégica do que mecânica. A terceira fase oportuniza ao aluno uma tomada de decisões e uma reflexão organizada de suas ações, a ponto de utilizar os procedimentos assimilados nas fases anteriores dentro de um controle estratégico de avaliação, análise e tomada de decisão. Em última análise, aparece a transferência de controle, na qual o aluno passa a desenvolver questões cada vez mais abertas a ponto de realizar ações que anteriormente só era capaz com a orientação do professor, dentro de um processo de independência e interiorização da cultura e ciência.

Quadro 9. Fases do treinamento procedimental: da técnica à estratégia

Treinamento	Fase	Consiste em
Técnico	Declarativa ou de instrução	Proporcionar instruções detalhadas da sequência de ações que deve ser realizada
	Automatização ou consolidação	Proporcionar a prática repetitiva necessária para que o aluno automatize a sequência de ações que deve realizar, supervisionando sua execução
Estratégico	Generalização ou transferência do conhecimento	Colocar o aluno para enfrentar situações cada vez mais novas e abertas, de maneira que ele seja obrigado a tomar cada vez mais decisões
	Transferência de controle	Promover no aluno a autonomia do planejamento, na supervisão e na avaliação da aplicação de seus procedimentos

Fonte: Pozo e Crespo, 2009, p. 54

Dentro da proposta metodológica de aprendizagem e organização dos procedimentos, um ponto essencial do processo educativo diz respeito a como estes conteúdos procedimentais serão avaliados pelo professor, porque a dificuldade em apontar pontos claros de avaliação dos conteúdos procedimentais no ensino de Física leva à organização de aulas, planos de curso e planejamentos com um foco específico em conteúdos conceituais. Estes se sobrepõem aos procedimentos no sentido mais variado e amplo do aprender ciência, o que acarreta para os

estudantes uma limitação e dependência nas investigações dos eventos físicos mais diversos gerais.

Na necessidade de se avaliar conteúdos procedimentais, faz-se necessário que o educador se aproprie de critérios e ferramentas que lhe assegure solidez durante o processo de identificação e avaliação de conteúdos procedimentais. Tomando a classificação dos conteúdos procedimentais descritas por Pozo e Postigo (1994) (Quadro 10) evidencia-se uma sequência de eventos que podem ser trabalhados pelo professor com os alunos e que vão acarretar em posteriores critérios de avaliação das ações dos estudantes. Sem essa clareza na classificação dos conteúdos procedimentais os estudantes não assimilam em quais pontos estão sendo avaliados e retornam a abordagem tradicional de avaliação de conteúdos conceituais.

Quadro 10. Classificação dos conteúdos procedimentais

1. Aquisição da informação.....	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Observação</li> <li>b) Seleção da informação</li> <li>c) Busca e captação da informação</li> <li>d) Revisão e memorização da informação</li> </ul>
2. Interpretação da informação.	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Decodificação e tradução da informação</li> <li>b) Uso de modelos para interpretar situações</li> </ul>
3. Análise da informação e realização de inferências.	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Análise e comparação da informação</li> <li>b) Estratégias de raciocínio</li> <li>c) Atividades de investigação e soluções de problemas</li> </ul>
4. Compreensão e organização conceitual da informação.	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Compreensão do discurso (escrito/oral)</li> <li>b) Estabelecimento de relações conceituais</li> <li>c) Organização conceitual</li> </ul>
5. Comunicação da informação	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Expressão oral</li> <li>b) Expressão escrita</li> <li>c) Outros tipos de expressão</li> </ul>

Fonte: Pozo e Postigo, 1994

A construção do conhecimento do mundo físico abrange a necessidade de assimilação de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Com isso, é válido o trabalho com atividades que contemplem a maior diversidade de conteúdos e atinja a diferentes níveis de requisito intelectual dos alunos. Nesta perspectiva, as atividades não podem se resumir a exercícios numéricos, a serem resolvidos de forma mecânica. Torna-se necessária a busca por recursos e estratégias didático-pedagógicas que contribuam efetivamente para a aprendizagem por meio de uma maior participação/ação dos alunos, por meio de atividades desafiadoras, que promovam o desenvolvimento intelectual dos alunos. Particularmente, com relação ao ensino de física, as simulações computacionais aparecem como um rico recurso didático e pedagógica no estudo dos fenômenos físicos, em um trabalho que pode ser feito com estudantes da educação básica e do ensino superior. Dentre as várias possibilidades de *softwares* a serem utilizados, o *software Modellus* tem se mostrado uma boa ferramenta para a construção de simulações computacionais e fonte de incansável investigação para ser usado como instrumento no processo de aprendizado de conteúdos procedimentais, por permitir ao aluno:

- A aquisição de informações: pela busca e captação;
- Interpretação das informações com a utilização de tabelas e gráficos;
- A promoção de uma estratégia de raciocínio, pois concerne ao aluno a descrição matemática do evento e posterior estratégia para a solução dos impasses que se apresentem.

Assim, apostamos que abordar conteúdos conceituais no campo da Física juntamente com conteúdos procedimentais, utilizando-se simulações computacionais, concretiza uma vertente plenamente possível e eficiente dentro do processo de ensino-aprendizagem na educação básica e superior, uma vez que atende aos anseios e expectativas dos estudantes na descrição e investigação dos eventos físicos. Uma vez que as escolas carecem de laboratórios didáticos de Física, as simulações, a serem trabalhadas no laboratório de informática, podem fazer deste espaço um laboratório virtual de Física. Assim como ocorreria no laboratório didático, neste espaço, os alunos também podem discutir conceitos, fazer medidas, manipular variáveis, levantar hipóteses, testar hipóteses, fazer registros, e se envolver em outras atividades específicas do laboratório didático. A definição de laboratório virtual é tratada na seção a seguir.

### **3.2. Laboratórios virtuais**

Os laboratórios virtuais são uma ferramenta amplamente utilizados pelos sistemas de ensino, em uma proposta didática que vislumbra oportunizar aos alunos mais uma proposta de crescimento educacional. Nesta concepção, um laboratório contribui por ser um ambiente de desenvolvimento interativo que apresenta ferramentas para confeccionar e conduzir experimentos simulados (Albu e Holbert, 2003). Com isso, é possível utilizar o laboratório virtual dentro de uma proposta didática voltada para dos alunos que frequentam um curso presencial devido a riqueza das ferramentas que podem ser utilizadas no contexto do ensino de ciências como, por exemplo, recursos de simulação dos fenômenos físicos e a construção matemática destes modelos juntamente com a verificação de situações-problema.

#### **3.2.1 Laboratório virtual para o ensino de Física**

Com o planejamento e organização de atividades experimentais voltadas para o ensino de Física, constrói-se, por parte dos estudantes, uma relação de estreitamento entre a motivação e a aprendizagem, uma vez que supõe haver um maior envolvimento deles ao desenvolver as atividades pedagógicas, estimulados pela curiosidade e manipulação de objetos.

As atividades experimentais devem permear as relações ensino-aprendizagem, pois estimulam o interesse dos alunos em sala de aula e o engajamento em atividades subsequentes (Giordan, 1999; Laburú, 2006). Essas constituem um aspecto chave no processo de ensino e aprendizagem de ciências (Carrascosa, 2006), que basicamente pode acontecer de duas formas: ilustrativa e investigativa (Giordan, 1999). Assim, baseando-se na abordagem e vertente seguida pelo professor em seu planejamento didático, é possível seguir um dos dois métodos, individualmente, ou até compartilha-los em situações específicas ao evento que se queira descrever.

A experimentação na qual o professor expõe um evento como ilustração – abordagem ilustrativa – se apresenta mais simples, pois minimiza o detalhamento sobre o desenvolvimento e análise de resultados, configurando-se como uma proposta fechada, sem muita discussão e/ou problematização. Contudo, na proposta de experimentação investigativa pode ser tomada uma análise mais ampla do processo didático, visando uma melhor discussão de conceitos que, por consequência, vêm sustentar as discussões, reflexões e as explicações nas quais os estudantes podem chegar durante o processo de investigação. Com isso, eles internalizam o processo



investigativo, agora com uma visão questionadora e reflexiva de extrema importância nas mais diversas situações de vida na qual o indivíduo estará inserido. Neste contexto, o processo experimental contribui como uma ferramenta em todo o processo educacional, e principalmente para a construção do conhecimento científico na sala de aula.

Importa chamar a atenção para o fato de que as escolas, principalmente de Ensino Médio, evidenciam o ensino de conteúdos conceituais e factuais objetivando um bom rendimento dos estudantes nos processos de seleção das universidades. Com isso, a construção do conhecimento dentro das metodologias educacionais muitas vezes torna-se rígida e engessada, tendo como meta o ensino de roteiros de ações guiados por um conjunto de regras e procedimentos. Esse contexto restringe o tempo destinado aos processos experimentais, o que reduz os investimentos constantes tanto na obtenção de materiais, que atendam toda a demanda escolar de forma satisfatória, quanto com relação ao espaço adequado a estas atividades. Este espaço deve ser munido de uma estrutura apropriada e organizada para atender às demandas das ações didáticas propostas pelos educadores em seu planejamento de aula.

Historicamente a Física se propõe a analisar os fenômenos naturais através da observação, discussão e por meio da elaboração de modelos que sejam capazes de reproduzir e descrever matematicamente os eventos. Com a proposta de modelagem computacional para descrever os eventos, utilizam-se ferramentas matemáticas devido à necessidade de uma precisão no processo de construção das leis físicas. Sendo assim, no ambiente escolar é possível utilizar alguns *softwares* educacionais capazes de simular com a utilização de ferramentas matemáticas oriundas dos modelos teóricos e leis físicas conhecidas. Logo, se oportuniza um novo ambiente educacional no qual a atividade experimental pode ser descrita na tela do computador, seja na escola ou em casa, em análise dos modelos físicos sem perda de generalidade, inferindo, assim, a possibilidade de visualização de aspectos que não são facilmente observados na experimentação convencional.

O uso de laboratórios virtuais se apresenta como um recurso didático, alternativo e eficaz dentro do processo pedagógico. Com o desenvolvimento das tecnologias da informação e comunicação, pode-se realizar com facilidade simulações computacionais interativas, que criam ambientes virtuais que transpõe a experimentação do fenômeno natural para a tela do computador (Hohenfeld e Penido, 2009). Com a utilização dos experimentos virtuais é possível analisar detalhadamente as informações que permeiam o processo que está sendo descrito, fazendo ao mesmo tempo uma análise gráfica e de dados. É possível construir simulações com uma linguagem equivalente àquela proposta nos livros didáticos, nas quais o *software* interpreta

literalmente as equações descritas e as variáveis que se quer dar evidência. Por exemplo, ao se analisar um corpo em movimento acelerado e horizontal é possível mostrar, ao estudante, os valores de posição e velocidade em cada instante e, quando necessário, ainda parar o evento ou voltar alguns instantes e analisar os dados ou comportamentos gráficos. Entretanto, isto não é tão simples se tratando de um laboratório didático convencional, ao se realizar o mesmo experimento. Fica, ainda, uma questão problematizadora ao se usar os experimentos virtuais devido à limitação dos resultados obtidos, causados por erros de calibração do observador ou uma dissipação qualquer, que apresentam boas discussões entre os próprios estudantes e entre professores e estudantes por divergirem do modelo teórico. Por isso a importância de ações organizadas através de conteúdos procedimentais que vão instigar e nortear o *fazer* dos estudantes.

### **3.2.2 Simulações computacionais no ensino de Física utilizando-se o *software* Modellus**

Simulações computacionais são ferramentas disponíveis por meio de um computador e um *software* educacional apropriado as quais fornecem, aos estudantes, a possibilidade de analisarem um evento físico por meio de uma construção matemática já estabelecida com relação a uma lei física. A partir desta construção é possível inserir e modificar valores às variáveis e, em algumas circunstâncias, modificar a relação entre elas, alterar parâmetros dentro do modelo estudado e verificar de imediato o evento e as consequências de possíveis mudanças. Contudo, o aluno não tem a permissão para modificar a estrutura padrão do programa que está sendo utilizado para tal fim educacional, nem aos elementos mais básicos que o compõem, o que caracterizaria uma modelagem computacional.

Dentro da proposta didática para o ensino de Física as simulações podem ser inseridas no planejamento do professor como uma ferramenta de ensino, com o propósito de construir habilidades procedimentais a serem adquiridas pelos alunos. Estas simulações incitam nos estudantes uma natureza exploratória, importante para a investigação dos fenômenos físicos, para o entendimento de situações-problema e até para uma possível intervenção no modelo, contribuindo para uma verificação dos problemas propostos. Com isso, o educando pode ser levado a interagir com o modelo computacional que recebeu ou construiu, sendo estimulado a sistematizar ações que podem ser organizadas em roteiros pré-estabelecidos com orientações a serem seguidas e perguntas dirigidas ou propostas mais amplas que contemplem um cerne e várias vertentes, em desafios investigativos.

As atividades exploratórias, em geral, caracterizam-se pela observação, análise e interação do sujeito com modelos já construídos, no intuito de propiciar a percepção e a compreensão das eventuais relações existentes entre a matemática subjacente ao modelo e o fenômeno físico em questão (ARAÚJO 2005).

Uma amostragem da utilização de ferramentas de simulação e modelagem computacionais no ensino de Física é apresentado no quadro 11. No que se refere aos tipos de atividades apresentados na tabela, temos: Atividade Exploratória de simulação (AES); Atividade Exploratória de Modelagem (AEM); Atividade Expressiva (AE).

A atividade expressiva é uma sub-modalidade da modelagem computacional, uma vez que os estudantes se apropriam da investigação desde a construção matemática até a verificação dos resultados, podendo inferir em qualquer etapa do processo (ARAÚJO 2005).

Quadro 11. Tipos de atividades de simulação e Modelagem computacional, associação com os conteúdos discutidos, os objetivos em cada ação com algumas associações de referencial teórico

Propostas de atividades e modelagem computacional				
Referência	Tipo de atividade	Conteúdo	Objetivo	Referencial teórico explícito
Santos, 1991	AE, AEM	Cinemática	Apresentação de algumas atividades que podem ser realizadas utilizando um sistema computacional de modelagem semi-quantitativa denominado IQON (Ensino médio)	*
Hennessy, Twigger, Driver, O'shea, O'malley, Byard, Draper, Hartley et al, 1995	AES	Força e movimento	Desenvolvimento de um conjunto de materiais educacionais com simulações computacionais incorporados a atividades escritas e atividades práticas, buscando uma mudança no entendimento conceitual dos estudantes sobre fenômenos físicos (ensino médio)	Mudança conceitual
Li, Borne & O'shea, 1996	AES	Força e movimento	Descrição de uma ferramenta para criação de simulações computacionais, por parte dos professores, para o ensino e o aprendizado da mecânica newtoniana	*
Kleer, Thielo & Santos, 1997	AES	Cinemática, Leis de Newton, Conservação do momento linear, Movimento circular, Movimento de projéteis	Apresentação de um programa que explicita o uso de conceitos físicos na investigação de acidentes de trânsito (ensino médio e superior)	*

Fonte: Adaptado de Araújo, 2005, p. 35 a 37

Continuação do Quadro 11: Tipos de atividades de simulação e Modelagem computacional, associação com os conteúdos discutidos, os objetivos em cada ação com algumas associações de referencial teórico

Propostas de atividades e modelagem computacional				
Referência	Tipo de atividade	Conteúdo	Objetivo	Referencial teórico explícito
Jong et al, 1998	AES	Cinemática, conservação de momento e energia	Apresentação de um <i>software</i> (SIMQUEST) para o delineamento e construção de ambientes de aprendizagem baseados em simulação (ensino médio e superior)	Aprendizagem por descoberta
Santos et al, 2000	AES, AEM, AE	Leis de Newton, Movimento de projéteis	Apresentação de algumas possibilidades de uso dos princípios de sistemas de Forrester em tópicos de Física através da ferramenta computacional STELLA (ensino superior)	*
Yamamoto & Barbata, 2001	AES	Cinemática, Força e movimento, Movimento circular uniforme	Discussão do uso de simulações computacionais feitas com o software Interactive Physics, para simular experimentos envolvendo cinemática, força e movimento, movimento circular uniforme (ensino médio)	*
Veit, Mors & Teodoro, 2002	AES, AEM, AE	Leis de Newton, Força e movimento, Osciladores	Apresentação de uma forma de ensinar a segunda lei de Newton usando modelagem computacional através do programa <i>Modellus</i> (ensino médio e superior)	*

Fonte: Adaptado de Araújo, 2005, p. 35 a 37

O *software Modellus* propõe um ambiente virtual no qual é possível simular e propor modelos físicos bem acessíveis aos alunos, lhes permitindo testar valores em suas hipóteses, visualizar de imediato a construção gráfica e a tabulação de dados, de modo a efetivar sua relevância no modelo construído. Isso permite, aos alunos, enfrentarem uma série de situações-problema, exigindo deles a organização de ideias e a construção de soluções criativas para tentar resolver os problemas e, assim, verificar se compreendem as ideias que são capazes de discutir e argumentar (Ausubel, 2003). Com isso, serão testados em relação a utilização dos conteúdos conceituais e procedimentais em cada evento que forem analisar e descrever.

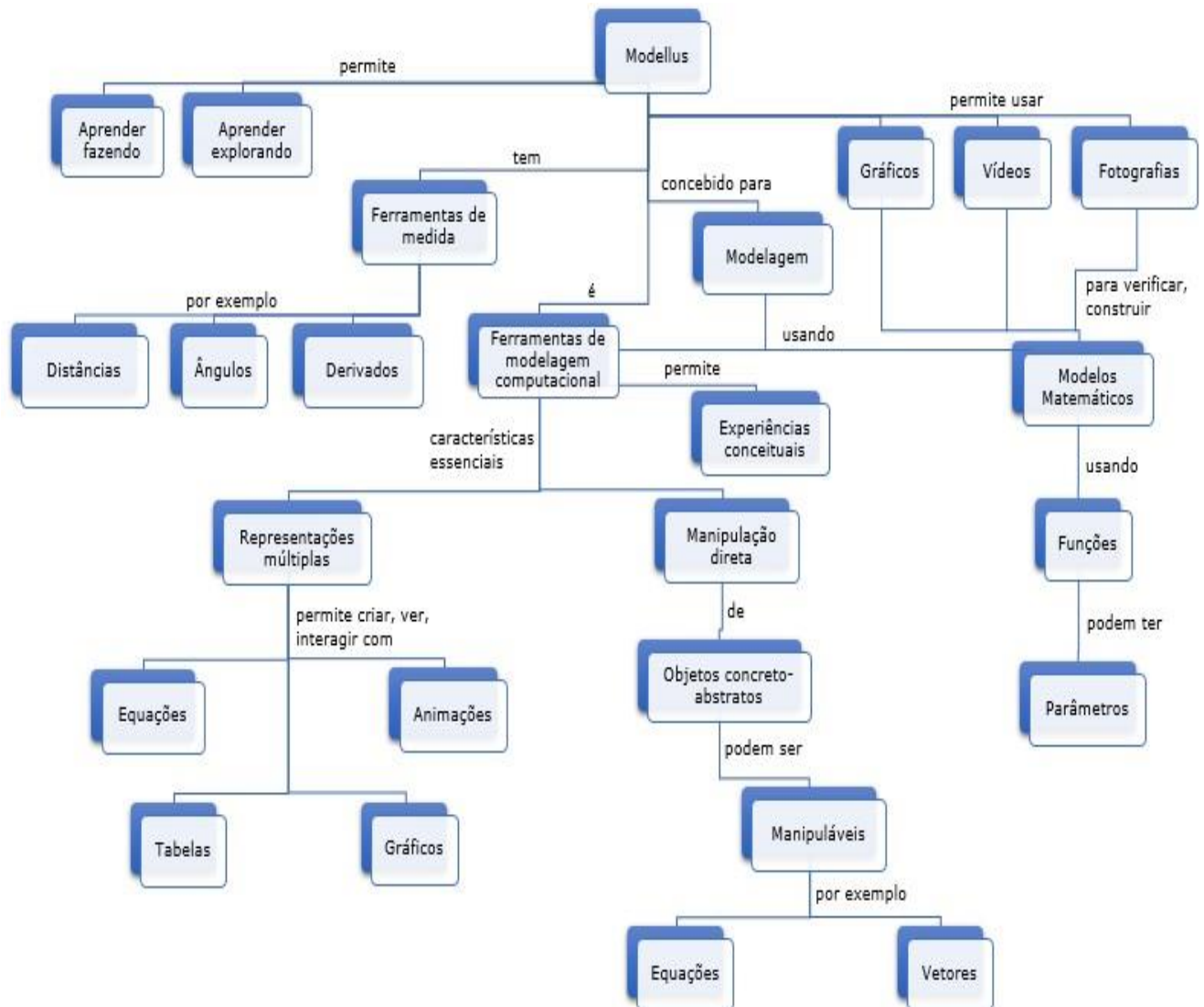
A utilização da linguagem matemática específica necessária na utilização do programa é equivalente à que os alunos têm a sua disposição nos livros didáticos de ensino médio. Portanto, eles podem escrever, no campo destinado à programação, da mesma forma que aprendem o conceito e utilizam na resolução de exercícios. Por ser ofertado gratuitamente, é viável

disponibilizá-lo largamente nas escolas e também nos ambientes domésticos, propiciando um maior tempo de utilização à disposição dos aprendizes.

Segundo Araújo (2002)

O programa pode ser visto como um micromundo no computador para uso tanto dos estudantes quanto dos professores, não sendo baseado numa metáfora de programação. Na “janela do modelo” o usuário pode escrever modelos matemáticos, quase sempre da mesma forma que a manuscrita do dia-a-dia, dispensando o aprendizado de uma nova linguagem para a elaboração desses modelos (ARAÚJO, 2002, p. 8).

Fica a critério do professor subsidiar aos alunos liberdade para elaborarem simulações numa perspectiva expressiva, ou utilizarem animações, já propostas por ele, de forma exploratória. A seguir (figura 1), é apresentado um mapa conceitual que expõe várias ferramentas existentes no Modellus disponíveis nas áreas de Física e Matemática, assim como os conceitos físicos e matemáticos que podem ser trabalhados com os estudantes ao longo do processo educativo.

Figura 1. Mapa conceitual do *Modellus*

Fonte: Uma versão online deste mapa, com recursos de hipertexto, pode ser encontrada em <http://phoenix.sce.fct.unl.pt/modellus/>

#### 4. METODOLOGIA DA PESQUISA

Esta pesquisa apresenta uma proposta de abordagem investigativa com o intuito de instigar e estimular os estudantes a exporem as ações e procedimentos necessários durante a análise de um evento, em uma ação exploratória e interativa.

De acordo com Zômpero e Laburú (2011) a perspectiva do ensino com base na investigação possibilita o aprimoramento do raciocínio e das habilidades cognitivas dos alunos, e também a cooperação entre eles, além de possibilitar que compreendam a natureza do trabalho científico.

O ensino por investigação constitui uma oportunidade para os alunos construírem novas concepções a partir dos conhecimentos anteriores. Então, para que um ensino por investigação contribua com o aumento dos conhecimentos dos alunos e estimule o seu envolvimento, é fundamental descobrir o que os alunos sabem sobre o conceito a ser estudado e usar essas ideias como ponto de partida para as investigações.

Criar atividades investigativas para a construção de conceitos é uma forma de oportunizar ao aluno participar de forma ativa do seu processo de aprendizagem, pois são baseadas na ação. Além disso, contribuem para a aprendizagem de outros conteúdos além do conteúdo conceitual, são eles, os conteúdos procedimentais e atitudinais (Zabala, 1998).

Uma atividade de investigação deve partir de uma situação problematizadora e deve levar o aluno a refletir, discutir, explicar, relatar, enfim, que ele comece a produzir seu próprio conhecimento por meio da interação entre o pensar, sentir e fazer. Nessa perspectiva, a aprendizagem de procedimentos e atitudes se torna, dentro do processo de aprendizagem, tão importante quanto a aprendizagem de conceitos e/ou conteúdos” (Azevedo, 2004).

Atualmente, a investigação é utilizada no ensino com o objetivo de desenvolver habilidades cognitivas nos alunos, por exemplo, realização de procedimentos como elaboração de hipóteses, anotação e análise de dados e o desenvolvimento da capacidade de argumentação.

Existem diferentes abordagens da metodologia de atividade investigativa por diferentes autores. De acordo com Zômpero e Laburú (2011), em uma proposta investigativa deve haver: um problema para ser analisado; o levantamento de hipóteses; um planejamento para a realização do processo investigativo, visando a obtenção de novas informações; a interpretação dessas novas informações e a posterior comunicação das mesmas. Carvalho (2006) afirma que, para favorecer a construção de conhecimentos pelos alunos, os professores devem propor questões interessantes e desafiadoras aos mesmos. Ela ainda classifica a atuação do professor e dos

alunos em diferentes níveis de envolvimento com a atividade investigativa, e propõe uma graduação para estudar o que chama de grau de liberdade que os professores oferecem aos estudantes. Este grau de liberdade vai de um, no qual existe apenas a participação do professor na aula, não caracterizando um trabalho investigativo, até o nível quatro, o que se propõe nos cursos de mestrado e doutorado, em que o aluno pode pensar em um problema e solucioná-lo.

Quadro 3: Graus de liberdade professor/aluno (P/A) em uma atividade investigativa

	<b>GRAU I</b>	<b>GRAU II</b>	<b>GRAU III</b>	<b>GRAU IV</b>	<b>GRAU V</b>
<b>PROBLEMA</b>	---	P	P	P	A/P
<b>HIPÓTESES</b>	---	P/A	P/A	P/A	A
<b>PLANO DE TRABALHO</b>	---	P/A	A/P	A	A
<b>OBTENÇÃO DOS DADOS</b>	---	A/P	A	A	A
<b>CONCLUSÃO</b>	---	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Sociedade

Fonte: Carvalho, 2008, p.83

Particularmente, no caso do trabalho aqui apresentado, espera-se que a utilização da atividade com caráter prático e investigativo desperte o interesse dos alunos e os mantenha engajados na atividade. Por ser uma atividade que oportuniza a participação ativa dos alunos, espera-se que sirva como meio deles apresentarem seus conhecimentos prévios e também como forma de o professor avaliar como constroem o seu conhecimento conceitual. Pretendeu-se desenvolver atividades pelo menos de grau de liberdade 4, nas quais o problema é apresentado pelo professor (P), o levantamento de hipóteses acontece com a participação do professor e juntamente com o aluno (P/A). No entanto, o plano de trabalho, a obtenção dos dados fica por conta dos alunos. Ao final a conclusão é discutida com a classe (A/P/Classe).

As informações foram coletadas por meio de um guia de atividade, composto de uma situação problema e um diagrama V de Gowin, adaptado para a análise de uma atividade investigativa e para a organização de dados da simulação que foi feita pelos estudantes com o uso do *software Modellus* (anexo1).

#### 4.1. Sujeitos da pesquisa

Esta pesquisa foi desenvolvida com 2 turmas de estudantes da 1ª série do ensino médio (entre 14 e 15 anos) em um total de 48 alunos do ensino regular de uma instituição privada de ensino no município de Guarapari-ES. Durante as aulas teóricas as simulações foram utilizadas na



discussão das situações-problema como forma de aproximar os alunos com a linguagem visual do *software*, numa exposição dialogada e reflexiva, utilizando o tempo de uma aula.

#### 4.2. Contextos da aplicação do produto desenvolvido

O material desenvolvido durante o projeto de pesquisa foi utilizado com os estudantes em atividades de análises de situações problema que utilizaram as aplicações das leis Newton, gravitação universal, energia, e cinemática nos eventos estudados.

Outros temas trabalhados na 1ª série também podem ser explorados dentro desta mesma metodologia como: movimento uniforme, movimento variado, lançamento horizontal e oblíquo, movimento circular, contribuindo para uma sequência didática utilizada ao longo de toda a programação anual.

Durante as aulas planejadas as simulações foram utilizadas na discussão das situações problema como forma de aproximar os alunos com a linguagem visual do *software*, numa exposição dialogada e reflexiva. A imagem 1, apresenta uma discussão realizada em sala, com o uso da simulação referente às aplicações do plano inclinado.

Imagem 1. Uso da simulação durante as aulas – discussão sobre o plano inclinado



Fonte: Próprio autor

Os guias de atividades foram padronizados e finalizados para que sejam utilizados com outros temas de acordo com a necessidade identificada pelo professor.

### 4.3. Local do experimento

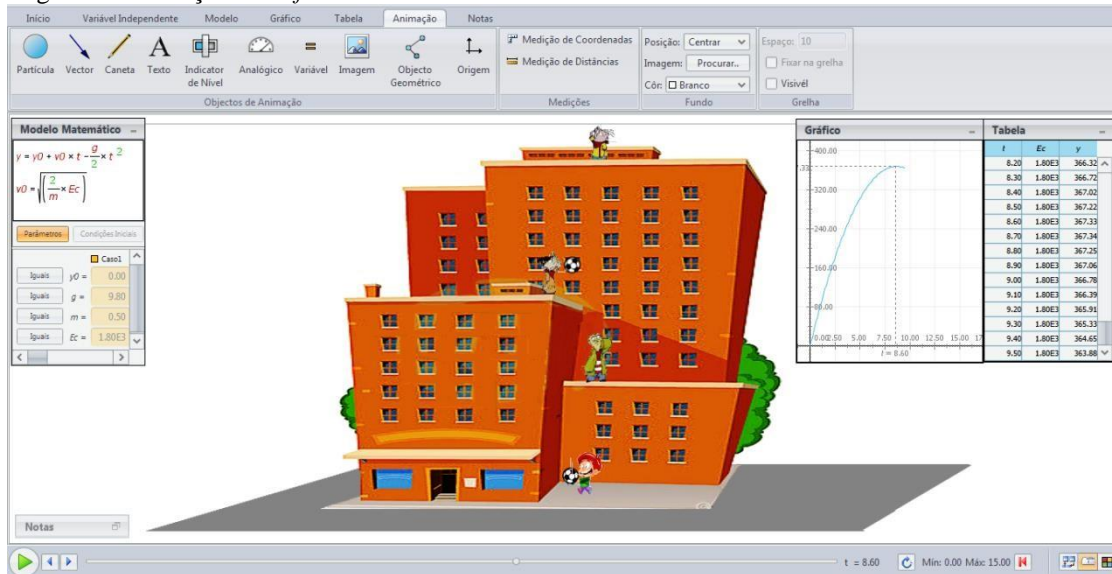
Durante a execução das atividades foram utilizados alguns locais do espaço escolar, nos quais é possível discriminar: a sala de informática – ambiente acondicionado que acomoda de forma bem agradável 30 (trinta alunos) sentados tendo como recurso 10 (dez) computadores de mesa, em uma proposta que oportunize a discussão durante as atividades. Isso justifica a escolha pela disposição de grupos com até 3 (três) estudantes em uma proposta direta de interação entre eles. Todos os computadores possuem conexão com a *internet* via cabo, mesmo que para a utilização do *software Modellus* isso não seja necessário, uma vez que o aplicativo é baixado no computador.

A sala de ciências é outro espaço físico também utilizado, que se apresenta como adequado em sua estrutura e organização (bancadas de granito, pia, armários, ar condicionado etc) pois contribui para o trabalho do professor na construção do conhecimento com os estudantes, por viabilizar suporte físico para a realização de atividades experimentais em um ambiente acondicionado, com bancadas para a acomodação dos estudantes, desenvolvimento e exposição das atividades construídas por eles e pelo professor. Contudo, este espaço foi utilizado para reflexão, discussão e desenvolvimento das atividades investigativas, resolução de desafios propostos em cada guia de atividades, em um momento sem a utilização do computador pelos estudantes.

### 4.4. Ferramenta de Simulação

O *software Modellus* habilita um ambiente virtual no qual é possível simular e compor modelos físicos bem acessíveis aos alunos, lhes permitindo testar valores em suas hipóteses, visualizar de imediato a construção gráfica e a tabulação de dados, de modo a efetivar sua relevância no modelo construído. Portanto, estimula os estudantes a expor as ações e procedimentos necessários durante a análise de um evento, em uma ação exploratória e interativa. A figura 2 apresenta a tela do *software Modellus*, com o problema – que era jogar a bola a andares diferentes – o modelo matemático com as variáveis utilizadas, a descrição gráfica e uma tabela com os dados obtidos.

Figura 2. Simulação no Software



Fonte: Próprio autor

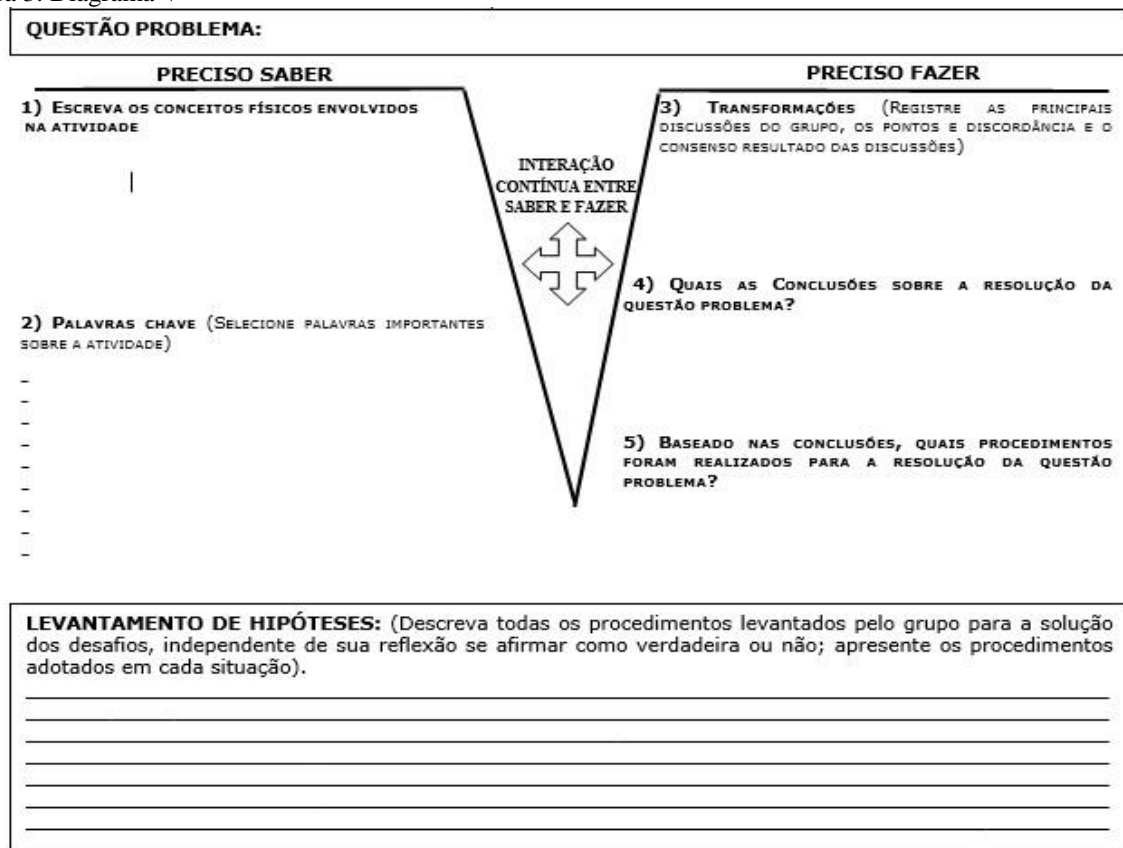
#### 4.5. Instrumento de coleta de dados – Diagrama V

Os resultados oriundos das discussões mediadas pelos grupos foram registrados no diagrama V, que se apresenta como uma ferramenta de organização das ideias, conceitos e procedimentos propostos por eles para a solução da situação problema. Portanto, é um facilitador para a composição escrita oriunda das discussões mediadas pelos grupos, promovendo uma construção e evolução coletiva do conhecimento. Além disso, na pesquisa, nos serviu como ferramenta de coleta de dados, permitindo analisar as relações conceituais estabelecidas pelos estudantes, os procedimentos adotados, a compreensão das relações algébricas e as conclusões tiradas pelos alunos.

Como ferramenta de coleta de dados foi utilizado um guia de atividade, composto da mesma situação-problema simulada e de um diagrama V de *Gowin*, adaptado para o registro escrito dos alunos e um espaço para a organização de dados resultantes da interação dos alunos com as simulações.

A figura 3 apresenta as partes que compõem o diagrama V. Ele é planejado com foco em quatro estruturas: questão problema, levantamento de hipóteses, domínio conceitual (preciso saber) e domínio metodológico (preciso fazer). A questão problema conduz os estudantes na maneira de pensar o problema, sempre informando o ponto central da pesquisa. As respostas para a questão problema serão obtidas com a interação entre os dois lados do diagrama V (domínio conceitual e metodológico).

Figura 3. Diagrama V



Fonte: Adaptado de Moreira, 2006, p. 63

O domínio conceitual (lado esquerdo do V) é referente a conceitos de uma área de conhecimento integrado na pesquisa como um todo, fornecendo um suporte científico para as questões estudadas. Já o domínio metodológico (lado direito do V) inclui os procedimentos utilizados pelos estudantes durante o processo de investigação do problema. No levantamento de hipóteses, que fica na arte central do diagrama V, os alunos potencializam possíveis caminhos para se chegar ao objetivo, que é responder à questão problema. Eles descrevem como farão para resolver os problemas propostos e depois verificam estas proposições.

Para Gowin (1981) os pontos do diagrama não necessariamente precisam ser trabalhados numa ordem cronológica fixa, oportunizando a construção do conhecimento de várias maneiras.

#### 4.6. Estudo piloto

O estudo piloto foi elaborado e pensado como uma metodologia de validação dos instrumentos utilizados ao longo do trabalho de pesquisa. Neste estudo, foi avaliada a proposta de utilização de guias de atividades associados às simulações computacionais como estratégias de ensino, afim de se verificar o desenvolvimento da metodologia mais coerente para o andamento das atividades. Ao todo foram elaboradas 6 atividades envolvendo os conteúdos da 1ª série do

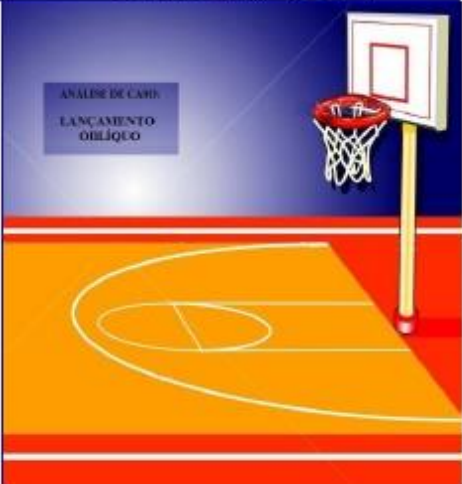
ensino médio sobre os movimentos uniforme e variado (“Jogando basquete” e “Rotas de aviões” - cinemática), aplicações das Leis de Newton e gravitação universal (“Pedalando”, “Sobe ou não sobe o plano inclinado” e “Peso dos corpos” - Dinâmica) e energia (“Energia para ir mais alto”). No primeiro estudo piloto, avaliamos o primeiro guia elaborado, que abordava a situação problema, apresentava a imagem básica trabalhada na simulação e o diagrama V de Gowin, como uma ferramenta de organização da investigação e os campos utilizados para a modelagem computacional (Figura 4). O objetivo foi avaliar se o formato da guia era adequado, visualmente organizado e receptivo aos estudantes, se a linguagem era adequada e de fácil assimilação e entendimento.

O guia foi proposto como uma ferramenta que contemplasse a contextualização inicial, a organização de ideias, o modelo matemático e as ações tomadas pelos estudantes no desenvolvimento da atividade. Sobre alguns pontos do guia foram propostas mudanças com a intenção de promover uma independência reflexiva dos alunos durante o processo investigativo.

O primeiro ponto de mudança foi a troca do título “ATIVIDADE INVESTIGATIVA” por uma frase relacionada à situação problema, como uma primeira iniciação ao tema proposto na guia de atividade. Outro ponto mudança foi a inserção da questão problema. Este ponto foi proposto para que os estudantes, ao analisarem a situação problema, propusessem uma questão problema, que seria respondida ao longo da realização da atividade. Entretanto, eles se propunham a fazê-lo ao final da atividade como um mero preenchimento total da guia. Neste caso, foi inserida uma questão problema nas guias, como forma de nortear o desenvolvimento da atividade e instigar os estudantes a resolverem a questão problematizadora.

Figura 4. Guia de atividades proposto no projeto piloto

## JOGANDO BASQUETE

<b>NOME DOS ESTUDANTES:</b>	<b>1ª SÉRIE A (   ) B (   )</b>
<p><b>SITUAÇÃO-PROBLEMA</b> - A disputa do basquete nos jogos olímpicos desse ano deve ser acirrada e o nível técnico das equipes promete ser alto, o que faz com que a briga pelo ouro seja mais nivelada. Desafio do jogo: Dois times de cinco jogadores cada, tentam marcar pontos acertando a bola dentro da cesta do lado adversário o maior número de vezes antes que o tempo acabe. Com isso, cada jogador deve estar preparado para fazer lançamentos de vários pontos da quadra próximos ao garrafão adversário. Após muito treinamento a mecânica dos movimentos é automatizada pelos jogadores e a precisão e técnica passam a ser um diferencial entre alguns atletas. Ao final do jogo a diferença entre as equipes do Brasil e Espanha é de 4 pontos e, a equipe que está perdendo (Brasil) tem um lance livre a seu favor.</p> <p><b>Desafio 1:</b> Você é um dos jogadores em quadra e precisa acertar o lance livre.</p> <p><b>Desafio 2:</b> Na saída de bola da Espanha, você aperta a marcação e “rouba” a bola dentro do garrafão, mas precisa acertar uma cesta de 3 pontos para empatar o jogo.</p> <p><b>Desafio 3:</b> No fim do jogo a Espanha faz uma cesta de 2 pontos e, faltando 3s para o encerramento da partida, o armador brasileiro passa a bola para você, ainda na quadra do Brasil e, terá que lançá-la imediatamente ao atravessar o meio da quadra para que o tempo não acabe</p>	
<b>QUESTÃO PROBLEMA? - (FORMULE UMA PERGUNTA QUE DEVE SER RESPONDIDA AO LONGO DO PROJETO)</b>	
<p style="text-align: center;"><b>PRECISO SABER</b></p> <p>- DESCREVA OS PRINCÍPIOS E/OU LEIS ENVOLVIDOS NA ATIVIDADE</p>     <p>- <b>PALAVRAS CHAVE</b> (SELECIONE PALAVRAS IMPORTANTES SOBRE A ATIVIDADE)</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p>	<p style="text-align: center;"><b>PRECISO FAZER</b></p> <p>- BASEADO NAS CONCLUSÕES, QUAIS PROCEDIMENTOS FORAM REALIZADOS PARA A RESOLUÇÃO DA QUESTÃO PROBLEMA?</p>   <p>- QUAIS AS CONCLUSÕES SOBRE A RESOLUÇÃO DA QUESTÃO PROBLEMA?</p>   <p>- <b>TRANSFORMAÇÕES</b> (REGISTRE MUDANÇAS DE CONCEITO, PROCEDIMENTO E/OU ATITUDE QUE OCORRERAM COM O GRUPO DURANTE AS DISCUSSÕES)</p>
<p><b>INTERAÇÃO CONTÍNUA ENTRE SABER E FAZER</b></p>	
<p style="text-align: center;"><b>LEVANTAMENTO DE HIPÓTESES</b></p> <p>(Descreva todas os procedimentos levantados pelo grupo para a solução dos desafios 1, 2 e 3, independente de sua reflexão se afirmar como verdadeira ou não; apresente os procedimentos adotados em cada situação).</p> <p><b>DESAFIO 1:</b></p> <p>_____</p> <p><b>DESAFIO 2:</b></p> <p>_____</p> <p><b>DESAFIO 3:</b></p> <p>_____</p>	



No do diagrama V, adaptado para as atividades, foi necessário ordenar numericamente os itens respondidos pelos estudantes mediando suas discussões, uma vez que os estudantes escreviam todo o lado esquerdo do diagrama V de cima para baixo e depois o lado direito do diagrama V de cima para baixo. Com isso, tentavam escrever as conclusões antes de pontos como as transformações e, até mesmo, antes do levantamento de hipóteses. Portanto, foi enumerada e refeita a ordem dos itens “Transformações”.

Ao final da atividade alguns alunos propuseram irmos à quadra para que fizéssemos os desafios propostos nos guias como verificação se as discussões sobre os procedimentos e conceitos são coerentes com as resoluções das situações-problema desenvolvida (Imagens 2 e 3).

Imagem 2. Resolução prática dos desafios propostos no guia de atividades



Fonte: Próprio autor

Portanto, ficou sinalizado que quando a execução da situação problema for possível de ser experimentada pelos estudantes isso contribui para uma construção da relação entre conceitos e procedimentos ao longo da atividade proposta.

#### **4.6.1. Resultados e discussões no projeto piloto**

Durante o projeto piloto completo foram avaliados todos os guias. No entanto, destaca-se aqui o resultado da validação do primeiro guia, utilizado na atividade que aborda a situação problema “Jogando basquete” (figura 4), realizada com 5 alunos com faixa etária de 16 a 18 anos, divididos em dois grupos (2 alunas (Grupo 1) e 3 alunos (Grupo 2)).

Imagem 3. Discussão das situações problema (a) e Construção das simulações com o *software Modellus* (b)



(a)



(b)

Fonte: Próprio autor

Partindo da proposta investigativa utilizando o *software Modellus* foi possível que os alunos relacionassem conteúdos conceituais e procedimentais. Além disso, verificou-se que o formato do guia era adequado, visualmente organizado e receptivo aos estudantes, a linguagem era adequada e de fácil assimilação e entendimento e, por fim, este apresentava uma boa organização didática e metodológica, o que contribuiu para o desenvolvimento e o objetivo da atividade, podendo ser estruturado e incorporado ao planejamento de Física como mais um recurso para o ensino dessa disciplina.

A utilização do diagrama V como meio organizador das ideias e ações diante da situação problema a ser resolvida e mediada pelos estudantes permitiu um processo de interação e investigação. Logo, demonstrou potencial para evidenciar e promover atividades reflexivas, instigantes e de construção e evolução coletiva do conhecimento.

Como exemplo, pode-se destacar a atividade que abordou o arremesso em uma cesta de basquete e na qual os alunos necessitavam ganhar o jogo acertando arremessos em 3 situações diferentes (figura 4).

Os alunos precisaram preencher o diagrama V de forma a apontar: (i) os princípios e/ou leis envolvidos na atividade; (ii) palavras chave; (iii) Transformações; (iv) procedimentos que foram realizados para a resolução da questão problema e (v) conclusões sobre a resolução da questão problema. O quadro a seguir apresenta as respostas dadas pelos 2 grupos.



Quadro 12. Respostas ao Diagrama V de Gowin para a situação problema do basquete

Descreva os princípios e/ou leis envolvidos na atividade	
Grupo 1: “Uma função do MRU no eixo x e MRUV no eixo y, como o auxílio da força, impulso e velocidade”.	Grupo 2: “Velocidade; Cinemática; Dinâmica”.
<b>Análise do pesquisador:</b> Os dois grupos sinalizam temas referentes à descrição do movimento citando “velocidade” e indicando a utilização da grandeza “força”, citada diretamente pelo grupo 1 e indiretamente pelo grupo 2, com o termo “dinâmica”.	
Palavras chave	
Grupo 1: “MRU; MRUV; Força; Bola; Cesta; Tabela; Parábola; Precisão; Salto”	Grupo 2: “Força; Arremesso; Marcação; Impulsão; Precisão; Trabalho de bola; Cesta de 3 pontos; Lance livre”.
<b>Análise do pesquisador:</b> Neste quesito se misturam os conceitos físicos e palavras da própria situação problema, como “força” e “precisão”. Abordagens procedimentais são claras por exposição das citações como: “salto; trabalho de bola; lance livre; marcação”.	
Transformações	
Grupo 1: “Houve algumas controvérsias sobre as estratégias tomadas pelo jogador, como a direção do arremesso ou se deveria arremessar para outro jogador ao invés de arremessar”	Grupo 2: “A questão do salto, o salto influencia na força, fazendo com que ela seja menor”
<b>Análise do pesquisador:</b> Cada grupo apresenta uma vertente de transformação, com uma ligação em comum sobre conceitos e procedimentos. O grupo 1 cita a discussão sobre a direção do arremesso (conceito) que pode ser relacionada com a precisão (procedimento). No grupo 2 relaciona se o salto (procedimento) influencia na força (conceito). Nas discussões fica evidente a tentativa de relacionar direta ou indiretamente a relação entre os conceitos e procedimentos.	
Baseado nas conclusões, quais procedimentos foram realizados para a resolução da questão problema?	
Grupo 1: “Foram utilizados força, velocidade e impulso dados pelo salto, precisão ao acertar a tabela e estratégia para marcar o ponto”	Grupo 2: “Passar a bola de mão em mão; Entrosamento entre os jogadores; treinos pessoais de habilidade”.
<b>Análise do pesquisador:</b> Os dois grupos expressam relações de estratégia na qual nas ações entre os jogadores está presente uma técnica. O grupo 1 expressa conceitos de força, velocidade e impulso relacionados à técnica dentro da estratégia. O grupo 2 expressa procedimentos ao citar passar a bola e treinos pessoais de habilidade.	
Quais as conclusões sobre a resolução da questão problema?	
Grupo 1: “Apesar de não serem resoluções simples, os movimentos automatizados, precisão e técnica foram um fator importante para o cumprimento da tarefa”	Grupo 2: “Cadência da posse de bola; Trabalho em equipe; Jogadas individuais”.
<b>Análise do pesquisador:</b> Nas conclusões dos dois grupos é possível relacionar a necessidade de técnica e estratégia para o desenvolvimento das situações problema.	

Fonte: Próprio autor

No desenvolvimento da atividade foi evidente a reflexão pelos alunos sobre a situação problema, na qual eles se colocaram no lugar de sujeitos da ação e precisaram observar o evento, diagnosticar a situação e selecionar informações pertinentes, estas citadas e discutidas também como potenciais variáveis de grandezas físicas, antes de qualquer tipo de inferência na proposta do desafio.

Com a avaliação da situação, a discussão entre os estudantes foi efetivada e construída com a finalidade de montar uma estratégia coletiva que evoluísse para atividades concretas que foram verificar a eficiência na solução da situação problema. Com isso, o *software* utilizado pelos estudantes enriqueceu as discussões sobre o diagnóstico dos eventos a partir do trabalho com as variáveis físicas de forma a poder quantificá-las e, de imediato, verificar sua consequência no modelo e se é pertinente à discussão do grupo, como forma de enriquecê-las.

#### **4.7. Metodologia de análise dos dados**

O diagrama V foi usado como instrumento de organização da investigação e coleta de dados. Neste diagrama ao longo de cada atividade os grupos de estudantes preencheram o diagrama nos campos “princípio e leis”, “palavras chave”, “procedimentos executados”, “transformações”, “conclusões”, “hipóteses para resolver os problemas”.

Nas atividades 1, 2 e 3 foram formados 16 grupos com organizações que variavam entre 3 a 5 estudantes, sendo que eles eram livres para fazer suas parcerias em cada atividade.

Os dados serão analisados sobre todos os campos citados acima, e uma análise geral de cada item será feita com as respostas dadas de todos os grupos que participaram daquela atividade.

Com isso, das três intervenções, “Pedalando para ir longe”, “Sobe ou não sobre” e “Energia para ir mais alto” serão analisadas em cada campo do diagrama V com uma análise geral das respostas dos grupos de alunos.

A avaliação dos diagramas V leva em consideração a proposta apresentada por Pacheco e Damasio (2009) apontando uma orientação para análise dos diagramas. Os conceitos adotados são: insuficiente (I), suficiente (S), excelente (E) e não respondeu (NR). Eles foram utilizados para classificar os itens “Conceitos”, “Palavras chave”, “Transformações”, “Conclusões”,

“Procedimentos executados” e “Hipóteses” presentes no diagrama V presente no guia de atividades. O quadro 13 apresenta o protocolo de avaliação dos diagramas V.

Quadro 13. Protocolo de avaliação dos diagramas V.

1 – Conceitos físicos	Conceito
Nenhum conceito relevante é identificado	I
Conceitos são identificados, mas não se relacionam com o tema	S
Conceitos são identificados e estão de acordo com o tema	E
2 - Palavras chave	Conceito
Nenhuma palavra-chave é identificada	I
Palavras chave são identificadas e não se relacionam com o tema	S
Palavras chave são identificadas e estão de acordo com o tema	E
3 - Transformações	Conceito
Nenhuma transformação relevante é identificada	I
Transformações são identificadas, mas não se relacionam com o tema	S
Transformações são identificados e estão de acordo com o tema	E
4 - Conclusões	Conceito
Nenhuma conclusão relevante é identificada	I
Conclusões são identificados, mas não se relacionam com o tema	S
Conclusões são identificados e estão de acordo com o tema	E
5 - Procedimentos executados	Conceito
Nenhum procedimento relevante é identificado	I
Procedimentos são identificados, mas não se relacionam com o tema	S
Procedimentos são identificados e estão de acordo com o tema	E
6 - Hipóteses para resolver os problemas	Conceito
Nenhuma hipótese foi identificada	I
Hipóteses são identificadas, mas não se relacionam com o tema	S
Hipóteses são identificadas e estão de acordo com o tema	E

Fonte: Adaptado de Pacheco e Damasio (2009)

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Das 6 atividades desenvolvidas com os estudantes foram selecionadas as três seguintes. As escolhas foram feitas levando em conta as aplicações no início no meio e no final do processo de intervenção

### 5.1. Análise das atividades “Jogando basquete”, “Mais pesado ou mais leve” e “Energia para ir mais alto”

A tabela 1 apresenta os dados coletados de três atividades desenvolvidas com os estudantes participantes da pesquisa. As atividades são citadas na tabela como atividade 1, atividade 2 e atividade 3, correspondendo respectivamente às atividades “Jogando basquete”, “Mais pesado ou mais leve” e “Energia para ir mais longe”. Relembrando, os conceitos adotados na análise são: **insuficiente (I)**, **suficiente (S)**, **excelente (E)** e **não respondeu (NR)**.

Tabela 1. Dados das 3 atividades desenvolvidas.

1 - Conceitos físicos	Conceito	Atividade 1 (Percentual)	Atividade 1 (nº de grupos)	Atividade 2 (Percentual)	Atividade 2 (nº de grupos)	Atividade 3 (Percentual)	Atividade 3 (nº de grupos)
Nenhum conceito relevante é identificado	I	12,50%	2	18,75%	3	6,25%	1
Conceitos são identificados, mas não se relacionam com o tema	S	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0
Conceitos são identificados e estão de acordo com o tema	E	62,50%	10	75,00%	12	87,50%	14
Não respondeu	NR	25,00%	4	6,25%	1	6,25%	1
TOTAL		100,00%	16	100,00%	16	100,00%	16

Continuação da Tabela 1 – Dados das 3 atividades desenvolvidas.

2 - Palavras chave	Conceito	Atividade 1	Atividade 1 (nº de grupos)	Atividade 2	Atividade 2 (nº de grupos)	Atividade 3	Atividade 3 (nº de grupos)
Nenhuma palavra-chave é identificada	I	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0
Palavras chave que não se relacionam com o tema	S	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0
Palavras chave são identificadas e estão de acordo com o tema	E	81,25%	13	87,50%	14	93,75%	15
Não respondeu	NR	18,75%	3	12,50%	2	6,25%	1
TOTAL		100,00%	16	100,00%	16	100,00%	16
3 - Procedimentos executados	Conceito	Atividade 1	Atividade 1 (nº de grupos)	Atividade 2	Atividade 2 (nº de grupos)	Atividade 3	Atividade 3 (nº de grupos)
Nenhum procedimento relevante é identificado	I	12,50%	2	12,50%	2	6,25%	1
Procedimentos são identificados, mas não se relacionam com o tema	S	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0
Procedimentos são identificados e estão de acordo com o tema	E	62,50%	10	37,50%	6	87,50%	14
Não respondeu	NR	25,00%	4	50,00%	8	6,25%	1
TOTAL		100,00%	16	100,00%	16	100,00%	16

Continuação da Tabela 1 – Dados das 3 atividades desenvolvidas.

4 - Transformações	Conceito	Atividade 1	Atividade 1 (nº de grupos)	Atividade 2	Atividade 2 (nº de grupos)	Atividade 3	Atividade 3 (nº de grupos)
Nenhuma transformação relevante é identificada	I	12,50%	2	12,50%	2	18,75%	3
Transformações são identificados, mas não se relacionam com o tema	S	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0
Transformações são identificados e estão de acordo com o tema	E	50,00%	8	37,50%	6	75,00%	12
Não respondeu	NR	37,50%	6	50,00%	8	6,25%	1
TOTAL		100,00%	16	100,00%	16	100,00%	16
5 - Conclusões	Conceito	Atividade 1	Atividade 1 (nº de grupos)	Atividade 2	Atividade 2 (nº de grupos)	Atividade 3	Atividade 3 (nº de grupos)
Nenhuma conclusão relevante é identificada	I	0,00%	0	6,25%	1	25,00%	4
Conclusões são identificados, mas não se relacionam com o tema	S	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0
Conclusões são identificados e estão de acordo com o tema	E	62,50%	10	81,25%	13	68,75%	11
Não respondeu	NR	37,50%	6	12,50%	2	6,25%	1
TOTAL		100,00%	16	100,00%	16	100,00%	16

Continuação da Tabela 1 – Dados das 3 atividades desenvolvidas.

6 - Hipóteses para resolver os problemas	Conceito	Atividade 1	Atividade 1 (nº de grupos)	Atividade 2	Atividade 2 (nº de grupos)	Atividade 3	Atividade 3 (nº de grupos)
Nenhuma hipótese foi identificada	I	0,0%	0	0,0%	0	25,0%	4
Hipóteses são identificadas, mas não se relacionam com o tema	S	0,0%	0	6,3%	1	0,0%	0
Hipóteses são identificados e estão de acordo com o tema	E	100,0%	16	81,3%	13	75,0%	12
Não respondeu	NR	0,0%	0	12,50%	2	0,0%	0
TOTAL		100,00%	16	100,10%	16	100,00%	16

Fonte: Próprio autor

No quesito “Conceitos físicos” em todas as atividades o conceito “Insatisfatório” (I) foi detectado, mas com um percentual oscilante entre as três atividades o que pode ser ocasionado pela diversidade dos temas das atividades.

O conceito “Suficiente” (S) não foi detectado em nenhuma atividade, ou seja, os estudantes fazem referência direta com a atividade ou completamente fora dela.

O conceito “Excelente” (E) aparece estatisticamente de forma crescente ao longo da realização das três atividades. Isso pode ser potencializado pelo tema da atividade, com uma assimilação maior por parte dos estudantes e uma assimilação crescente na dinâmica da atividade proposta, na maior interação com os colegas e o estudo mais preciso das simulações utilizadas. Além disso, o percentual de conceitos relacionados adequadamente ao conteúdo e contexto da atividade é muito bom, chegando a cerca de 88% para a atividade 3, que aborda o conceito de energia. Este resultado, somado ao que foi discutido anteriormente para o conceito “Suficiente”, nos permite inferir que aqueles que estabelecem tais relações apresentam boa compreensão dos conceitos e não um misto de conceitos isolados, que são utilizados de forma aleatória quando diante de um problema a ser resolvido.

O quesito “Não respondeu” (NR) decresce durante a execução das três atividades, o que pode estar relacionado com a adaptação no desenvolvimento da atividade e melhor gerenciamento do tempo, na prioridade de responder o item conceitos físicos antes dos outros ou uma identificação com a temática da atividade.

Em se tratando da análise dos itens, em “Palavras chave” o resultado de respostas relacionadas ao conceito E (excelente) apresentado pelos grupos de estudantes, mostra que eles conseguem facilmente relacionar palavras que estão ligadas como problema exposto. Um percentual pequeno de grupos não escreveu neste quesito, durante as atividades 1 e 2. Contudo, na atividade 3 o registro foi máximo e o que foi registrado referente às “Palavras chave” estão em plena sintonia com a proposta da atividade apresentando 100% de regularidade nas informações da atividade 3. Embora não tenha sido realizada entrevistas com os alunos a este respeito, acredita-se que, com a experiência adquirida ao longo da realização das atividades, os grupos compreenderam melhor o conceito e conseguiram elaborar suas respostas.

No quesito “Procedimentos” observa-se uma dificuldade em apresentar literalmente os procedimentos utilizados na análise do desafio. Na atividade 2, metade dos grupos não escreveu no campo referente a este item. Os procedimentos são elementos trabalhados de forma relativamente recente, em relação aos conceitos, e muitos grupos apresentaram mais dificuldades em escrever sobre os procedimentos necessários para se cumprir o desafio, do que escrever sobre os conceitos nele presentes, por esta ser uma proposta mais cotidiana durante a aulas, mesmo que conceitos e procedimentos estejam entrelaçados dentro do ensino de Física. Além disso, o fato de a abordagem de conhecimentos/conteúdos procedimentais não ser rotina ou prioridade na maioria das disciplinas escolares, faz com que as ações dos alunos sejam tomadas de forma inconsciente, por vezes, baseadas no método da tentativa e erro. Assim, acredita-se que tirar o aluno desta situação e trazê-lo para uma situação de ação-reflexão-ação ou, no caso do diagrama V, reflexão-ação-reflexão, é uma mudança que demanda um tempo de adaptação e compreensão da proposta. Em outra oportunidade, deve-se estar atento para conversar com os alunos e compreender melhor suas dificuldades.

Nas atividades 1 e 3, um percentual considerável de grupos de estudantes (62,5% na atividade 1 e 87,5% na atividade 3), registrou procedimentos executados pertinentes e de acordo com a atividade proposta. Isso reforça a percepção de que a temática da atividade também pode influenciar no desenvolvimento da proposta didática, visto que os estudantes conseguem, de forma mais sólida e firme, organizar ideias, fazer reflexões, propor críticas e as intervenções necessárias sobre situações concretas, que já experimentaram ou presenciaram, como por



exemplo, jogar basquete, temática da atividade 1, e lançar um objeto para o alto, temática da atividade 3. Logo, por conhecer mais de perto a situação, fica a sua disposição uma maior riqueza de detalhes que lhes permitirão um relato mais apurado quanto aos procedimentos necessários durante a atividade, ou para a descrição dela.

Os guias da terceira atividade apresentam o percentual de registros com conceito I e NR inferior ao percentual dos mesmos conceitos nas atividades 1 e 2. Isto reforça a aquisição, por parte dos grupos de estudantes, de procedimentos necessários durante a execução das atividades, e não somente a relação com conceitos ou proporcionalidade entre as grandezas físicas. Além disso, a familiaridade com o formato das atividades e com a forma de trabalho do professor, que foram adquiridas, com o tempo, a partir das experiências anteriores, contribuem para os resultados encontrados na atividade 3.

Um percentual maior de respostas na categoria E foi identificado em todas as atividades, se comparado aos outros conceitos. Com ênfase para a atividade 3, com um percentual de 73,4%. Nesta atividade houve uma queda no percentual da categoria NR e também um aumento no percentual do conceito I. Acredita-se que isso indica que os grupos de estudantes estavam mais seguros em escrever sobre este quesito, mesmo que isto também leve a um maior número de registros no conceito I.

Sobre as “Conclusões”, da atividade 1 para a atividade 3, é observado um aumento no conceito I, pois, os grupos expõem conclusões que não possuem fragmentos que se relacionem com o texto. Isso ocorre num contraponto do conceito NR que vai reduzindo ao longo das atividades. Os alunos escrevem mais, mas ainda apresentam um fechamento fora da proposta das atividades. Neste ponto, vale ressaltar a respeito do aumento do conceito I entre as atividades 1 e 3, que a discussão sobre conceitos diferentes também pode ter influência no resultado da atividade. A apropriação de conceitos físicos pode variar entre os alunos e durante suas discussões, devido a sua complexidade, necessidade de abstração, atribuição de valores, como no caso da atividade 3 que traz o debate em torno do conceito de energia, e isso pode ter sido fator decisivo até mesmo nas argumentações dentro dos grupos. As discussões em grupo foram ricas pela diversidade de pensamento e assimilação da situação-problema, contudo, os resultados mostram o fechamento destes debates, o que não significa uma diminuição no entendimento do item “Conclusões” a respeito do conceito de energia.

Já o conceito E apresenta, respectivamente, um percentual de 62,5%, 81,25 e 68,75 nas três atividades, indicando uma boa análise para o fechamento das atividades propostas.

No quesito “Hipóteses” o maior percentual de respostas dos grupos de alunos está no conceito E. As propostas levantadas para resolver os desafios não foram identificadas dentro da temática, somente da atividade 3, atividade esta que também não teve nenhum percentual no conceito NR. O levantamento de hipóteses é uma etapa importante para a investigação de qualquer problema. Com ela os estudantes propõem formas de resolver os problemas, levando em consideração conceitos e/ou procedimentos que podem ser diretamente ligados à Física, ou não.

Para isso, os estudantes tiveram contato com as três atividades durante as aulas, a simulação foi apresentada e abordada como uma forma de discutir os conceitos físicos em uma situação real que possa ser vista por eles de forma dinâmica. Com isso, o contato dos alunos com a simulação da atividade e vendo a mesma figura mostrada em sala na atividade, fez com que eles tivessem mais iniciativa e elevada auto confiança durante o desenvolvimento da atividade, em um estado de “isso eu sei fazer”. Quando se dão conta que as questões e desafios são outros, comparados aos debatidos em sala, não se deixam abater e daí começa o efetivo desenvolvimento da atividade de investigação. Os estudantes se oportunizam num momento de aprendizado, quando as tentativas de convencimento entre os interlocutores se acentuam, com isso, eles percebem que uma proposta quando embasada por conceitos físicos se torna um argumento mais forte, e passam a tentar unir suas hipóteses às discussões realizadas durante as aulas onde a situação foi apresentada. Assim, o ensino de Física se expõe menos fragmentado, e contribui com uma relação mais intensa entre os conceitos e procedimentos necessários para a realização de uma atividade comum e até rotineira, reduzindo a relação vista pelos estudantes entre o aprender conceitos para poder resolver exercícios.

Esta proposta de trabalho criou um desconforto em muitos estudantes, principalmente nos ditos “bons alunos”, os que adoram resolver todos os exercícios do livro, em um processo mecânico com o uso de algumas equações e um pouco de habilidade matemática. Por se tratar de uma instituição particular, este processo ainda é muito cobrado pela escola, pelos pais, e até pelos alunos, que a anos estudam em uma instituição particular, e tem o hábito de resolver exercícios para alcançar a plena satisfação de chegar a um resultado e este corresponder ao que consta no gabarito do livro, mesmo que a resposta seja 1N (um Newton) e isso não tenha nenhum significado para o desenvolvedor do exercício. A proposta de análise de problemas reflexivos, sem perguntas como “calcule a velocidade após 10 segundos?”, são profundamente alegradoras para os alunos, quando percebem que ao pensar, falar e argumentar sobre o problema, e ter a possibilidade de descrevê-lo matematicamente em um modelo também lhe permite ganhar tempo e responder perguntas como a citada anteriormente. Com isso, utilizar as simulações como

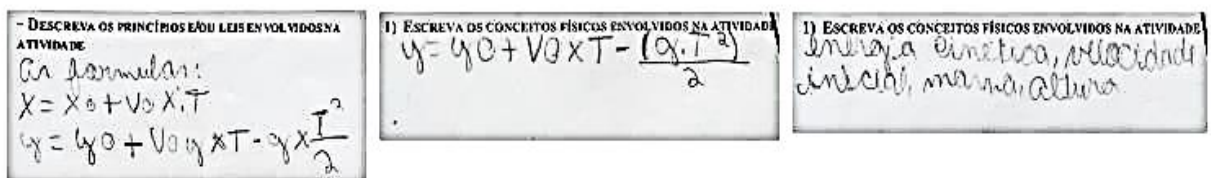
ferramentas durante a resolução de problemas para a aprendizagem de conceitos e procedimentos traz dignas benfeitorias para o processo educativo de Física, contribuindo para as evoluções do pensamento dos estudantes e da proposta de ensino de Física dos professores.

Os anexos de 1 a 3 (grupo 1) e de 4 a 6 (grupo 2) expõem os registros ao longo das atividades 1, 2 e 3, respectivamente.

Observando e comparando os registros feitos para as três atividades, temos:

No quesito princípios e leis, para as atividades 1 e 2 os estudantes só expressam equações, tendo ainda uma ligação mecânica e direta de que com as fórmulas é possível resolver tudo em Física, e por várias ocasiões ainda perguntavam que “fórmula eu uso”, e diante disso, os indicava a utilização do material didático para consulta direta para depois retomarmos alguma discussão, uma vez que para os estudantes é cômodo perguntar e o professor responder, sem nenhum esforço e aprendizado referente pesquisa. Esta linha de pensamento vai sendo modificada através das discussões, pesquisas e *feedbacks* das atividades anteriores. Com isso, na atividade 3 o registro sobre os conceitos é mais evidente devido a um processo de entendimento sobre o que escrever, e não por não saber os conceitos envolvidos nas atividades desenvolvidas.

Imagem 4. Registro dos conceitos feitos pelo grupo 1 das atividades 1,2 e 3 respectivamente



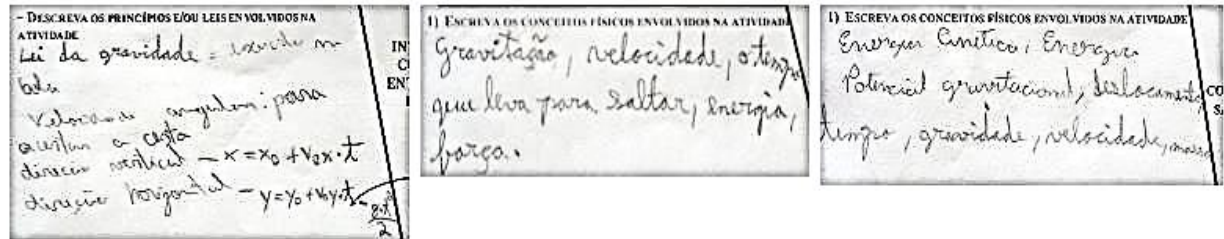
Fonte: Guia de atividades

Com isso, na atividade 3 são citados pelo grupo 1 “*energia cinética*”, “*velocidade*”, “*massa*” e “*altura*” indicando uma mudança na concepção da escrita deste quesito.

A aquisição de conhecimento em uma atividade e os registros feitos em cada uma podem variar entre os grupos, à medida que discutem sobre os problemas, atribuem valor, se posicionam e expressam argumentos que podem convencer os outros do grupo. A figura 5 apresenta os registros do grupo 2 sobre os conceitos. Em discussão com o professor, após a primeira atividade, eles eliminaram as equações dos registros referente aos conceitos, mesmo que ainda queiram fazer estes registros. Um ponto que chama a atenção no grupo 2, é a presença de um aluno com um excelente rendimento geral e que acabou sendo uma referência nas discussões do grupo. Os alunos esperavam a primeira resposta deste aluno para depois propor ou opinar

algo. A influência do aluno era de tal maneira, que os argumentos contrários dificilmente se sustentavam, e muitas propostas surgiam somente para reforçar o que já fora dito pelo estudante, em um momento de subordinação coletiva naquele grupo.

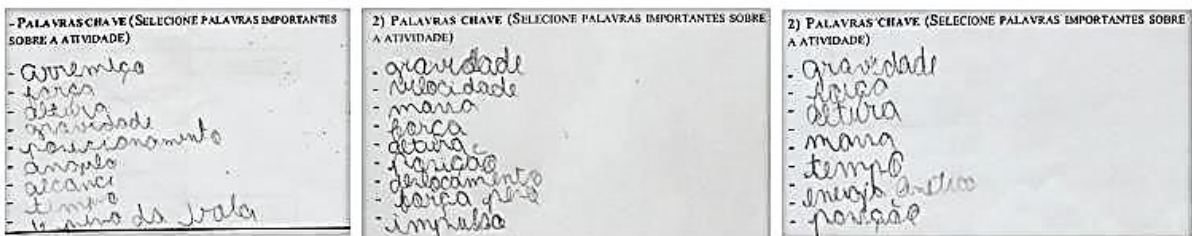
Imagem 5. Registro dos conceitos feitos pelo grupo 2 das atividades 1,2 e 3 respectivamente



Fonte: Guia de atividades

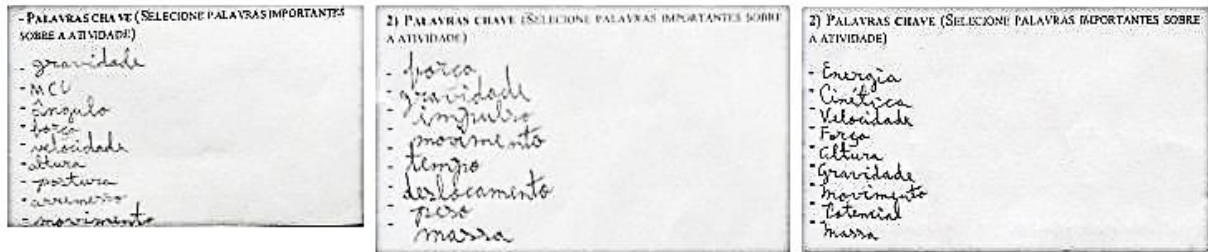
No quesito “palavras-chave” ainda prevalecem palavras relacionadas a conceitos como, “*gravidade, tempo, força e massa*”. Isso, apresenta uma reprodução direta das definições e aplicações descritas em livros de Física, numa supervalorização e de conceitos. Os alunos têm a preocupação de responder a qualquer questão ou indagação se baseando em definições e citações conceituais, por pensar que estas são as mais corretas e as que o professor quer ouvir. Com o ensino de Física voltado em grande parte para o ensino conceitual, é prudente ao aluno pensar que palavras de conceito são as melhores ou mais corretas. Entretanto, aqui também são expressas pelo grupo 1 palavras de procedimento como, “*arremesso e posicionamento*” e do grupo 2 “*postura e arremesso*”, em uma abordagem contrária à principal ênfase dada no ensino de Física que são os conteúdos de conceito. Esta pequena mudança, é fruto de constantes e incisivas discussões também com foco nos conteúdos de procedimentos. Todavia, as palavras chave que expressam procedimentos aparecem somente na primeira atividade, numa proporção muito aquém do que poderia ser exposta.

Imagem 6. Registro das palavras chave feitos pelo grupo 1 das atividades 1,2 e 3 respectivamente



Fonte: Guia de atividades

Imagem 7. Registro das palavras chave feitos pelo grupo 2 das atividades 1,2 e 3 respectivamente



Fonte: Guia de atividades

No quesito “procedimentos” os estudantes expõem conteúdos e procedimentos, mesmo que de forma bem iniciante e primitiva eles expõem ações que terão papel essencial para o desenvolvimento da atividade e que por consequência destas ações haverá alguma modificação na intensidade das grandezas. Durante as atividades foram muito comuns citações como “*aumentar ou diminuir a força, e/ou velocidade*”, como única possibilidade de solucionar os problemas. A medida que as discussões sobre procedimentos vão sendo fortificadas os elementos sobre procedimentos, em alguns grupos, se tornam mais evidentes.

Citações sobre procedimentos do grupo 1:

“*calcular a força a altura...*”. A necessidade de calcular indica executar um procedimento com a finalidade de acertar a bola na cesta.

“*Ajustamos a força para tentar cumprir o desafio...*”. O procedimento de ajustar a força indica uma mudança no valor da variável força e não uma ação direta realizada pelo aluno durante a execução da tarefa.

“*Aumentamos a energia cinética...*” Aqui os estudantes associam o procedimento diretamente com a mudança na energia cinética. Isso ainda expõe uma abordagem de conceitos muito presente.

Citações sobre procedimentos do grupo 2:

“*em cada ponto foi necessitado medidas diferentes para acertar a cesta utilizando as fórmulas do movimento vertical e movimento horizontal*”.

“*Equação do movimento*”

“*Equação da posição, equação da energia cinética (isolando a velocidade) e colocar os valores proporcionalmente para que interajam entre si*”

A abordagem que o grupo descreve para as três citações é impessoal, eles não se colocam como sujeitos da ação, uma vez que a proposta deles é, de como conseguir resolver o desafio na simulação, por isso citam utilizar fórmulas que descrevam o movimento.

No campo “Levantamento de hipóteses”, os estudantes registram várias ações que fizeram

*“colocamos força demais e ela parou...”, “calculamos a energia...”* (grupo 1) e não possibilidades de ações para resolver o desafio, como exposto na atividade 2, *“fazer um salto teste...”*. Aqui se misturam os levantamentos de possíveis ações e a realização destas ações com o objetivo de resolver o problema, isso talvez seja pela dificuldade de se colocar como indivíduo que está fazendo a ação. Eles descrevem as ações que o grupo, em conjunto, tomou, mas na posição de pessoas manipulando uma simulação, se mantiveram atemporais em relação àquela situação.

O grupo 2 descreve algumas hipóteses para resolver os problemas, e um ponto que chama a atenção é que em todas as hipóteses existe um elemento procedimental, e que apresenta uma visão fora dos moldes conceituais e algébricos. Ao mesmo tempo, algumas palavras de conceito também surgem, mas com foco secundário durante esta discussão, e com isso as interseções entre conceitos e procedimentos vão se formando, mediadas pelos desafios presentes nas simulações.

*“Ajeite sua postura para o arremesso e arremesse visando a cesta fazendo a bola girar para trás”.*

*“Agachar flexionando os joelhos, e pegar impulso para saltar”.*

*“Primeiramente me agacho e posiciono a bola abaixo dos meus joelhos e os impulsiono para cima levantando meu corpo e jogando a bola para cima”.*

Contudo, dos 16 grupos de alunos que participaram das atividades 2 e 3, um grupo foi formado somente por 1 aluno, uma vez que este estudante é autista, possui dificuldades de relacionamento, se ausentava com frequência da sala onde ocorria a atividade e discutia somente com o professor sobre alguns pontos da atividade. Contudo, escreveu, para a atividade 2, em seu diagrama V os itens referentes aos conceitos, palavras chave e levantamento de hipóteses. Na atividade 3 respondeu no campo levantamento de hipóteses.

A maior parte do tempo ele tentava resolver o desafio apresentado na simulação proposta no *software Modellus*.

Na atividade 2, relacionada ao conteúdo Gravitação, o aluno escreve em 3 itens, como apresentados a seguir.

Conceitos físicos: *“gravidade, aceleração da gravidade, leis de Newton, peso”*

Palavras chave: *“queda livre, gravidade, Newton, aceleração, peso, força, altura”*

Levantamento de hipóteses: *“Descobrir como são seus saltos com as gravidades diferentes, em alguns locais ele vai subir mais ou menos para cada lugar”*.

Analisando as respostas apresentadas pelo aluno referente aos “Conceitos físicos” e “Palavras chave” é possível observar uma sintonia direta com o tema e uma coerência em suas respostas que podem ser catalogadas como Excelente (E). Mesmo assim, alguns pontos podem ser destacados, como a palavra “peso”, citada no primeiro item, tem uma relação com o conceito de “força”, mas ele cita um exemplo de força e este exemplo tem uma associação direta com o conceito “força”. Já nas “Palavras chave” todas são palavras conceituais, mostrando uma disposição deste e de outros alunos por uma busca de um vocabulário Físico, como se este fosse mais correto que outro, como por exemplo, pular, saltar, cair e correr.

No item “Levantamento de hipóteses” é possível classificar a resposta como Suficiente (S), porque o aluno expõe de forma superficial, uma possibilidade de resolução do problema que é *“Descobrir como são seus saltos com gravidades diferentes ...”* mesmo que não tenha esmiuçado como fazer isso. Também é possível observar que ele já faz uma previsão do vai acontecer com corpos saltando em locais onde a aceleração gravitacional é diferente *“... alguns locais ele vai subir mais ou menos para cada lugar”*. Mesmo que isso seja uma conclusão, exposta após a verificação, ele já apresenta uma predição do que vai acontecer com o objeto, mostrando que já tem uma visão sobre a influência da gravidade nos corpos.

Na atividade 3, no campo “levantamento de hipóteses” dentro do diagrama V, este aluno escreve:

*“Lançar a bola, esticando a mão no chão para cima”*.

O aluno tem suas respostas com conceito Excelente (E), já que nesta frase ele descreve hipóteses através de procedimentos como “lançar a bola” e “esticar a mão” que serão necessários para realizar o desafio e que vão influenciar diretamente no valor tomado para algumas grandezas físicas como velocidade, energia cinética e altura.

A forma como é organizado o guia de atividade, com a ferramenta diagrama V, contribui e facilitar a escrita do estudante em seu processo de investigação, mesmo que o estudante faça apenas alguns registros de pontos do guia, isso já expõe *feedback* da aprendizagem do educando. Além disso, para este e para os outros alunos, o diagrama V ajuda a estruturar e organizar as ideias a respeito do problema proposto.

Como alternativa para o uso do diagrama V nos guias de atividades, a tabela 2 mostra uma forma de se organizar a avaliação dos procedimentos dentro das atividades desenvolvidas com os estudantes. Com a tabela, é possível analisar vários pontos dentro do processo de investigação do evento estudado, diferenciar os procedimentos para a obtenção de novas informações, interpretar e analisar os dados (gráfico, linguagem algébrica de um enunciado), a organização conceitual e finalmente comunicação dos conhecimentos assimilados.

É possível usar a tabela 2 como alternativa para o professor, caso opte por não utilizar o diagrama V, proposto no guia de atividades. Com os campos da tabela é possível analisar o desenvolvimento das atividades no campo conceitual, procedimental e atitudinal. O anexo 7 apresenta uma tabela em branco para uso e/ou adaptação.

A penúltima linha da tabela 2 apresenta a pontuação total alcançada pelo grupo para cada atividade, por exemplo 90/100, o que significa que o grupo alcançou 90 pontos de um total de 110 pontos. Já na última linha uma proporção entre pontos e notas, caso a avaliação tenha valor de 0 a 10 pontos, como especificado na atividade 1, o grupo conseguiu 90 pontos o que corresponde a uma nota de 8,2 para todo o grupo.



Tabela 2. Avaliação das atividades, adaptado de Classificação dos conteúdos procedimentais. (Pozo e Postigo, 1994)

GRUPO DE ALUNOS (Nº 1)		Avaliação		
		NR ou I - Não respondeu ou análise não identificada - nota 0,0 S - Análise identificada, mas não se relaciona com o tema - nota 5,0 E - Análise identificada e de acordo com o tema - nota 10,0		
		Atividade 1	Atividade 2	Atividade 3
1. Aquisição da informação	a) Seleção da informação	10	10	10
	b) Busca e captação da informação	10	10	10
2. Interpretação da informação	a) Decodificação e tradução da informação	10	5	10
	b) Uso de modelos para interpretar situações	10	5	10
3. Análise da informação e realização de inferências	a) Análise e comparação da informação	10	10	10
	b) Estratégias de raciocínio	0	5	0
4. Compreensão e organização conceitual da informação	a) Compreensão do discurso (oral/escrito)	10	10	10
	b) Organização conceitual	5	5	10
5. Comunicação da informação	a) Expressão oral	10	5	10
	b) Expressão escrita	10	10	10
	c) Outros tipos de expressão	5	5	10
PONTUAÇÃO TOTAL		90/110	80/110	100/110
NOTAS (0 a 10 pontos)		8,2	7,3	9,1

Fonte: Adaptado de Classificação dos conteúdos procedimentais. (Pozo e Postigo, 1994)

Alguns campos de correspondência entre a tabela 2 e o diagrama V são apresentados na tabela 3.

Quadro 14. Comparação com os campos do diagrama V proposto no guia de atividades

GRUPO DE ALUNOS (Nº 1)		<b>Avaliação</b> NR ou I - Não respondeu ou análise não identificada - nota 0,0 S - Análise identificada, mas não se relaciona com o tema - nota 5,0 E - Análise identificada e de acordo com o tema - nota 10,0		
		Atividade 1	Atividade 2	Atividade 3
1. Aquisição da informação	b) Seleção da informação	Análise da situação problema		
	c) Busca e captação da informação	Métodos e ferramentas de pesquisa		
2. Interpretação da informação	a) Decodificação e tradução da informação	Análise dos procedimentos e conclusões		
	b) Uso de modelos para interpretar situações	Análise das simulações		
3. Análise da informação e realização de inferências	a) Análise e comparação da informação	Análise das transformações		
	b) Estratégias de raciocínio	Análise das hipóteses		
4. Compreensão e organização conceitual da informação	a) Compreensão do discurso (oral/escrito)	Assimilação e interpretação da situação problema		
	c) Organização conceitual	Análise dos conceitos físicos		
5. Comunicação da informação	a) Expressão oral	Interação com o professor e com os colegas		
	b) Expressão escrita	Preenchimento dos campos do diagrama V		
	c) Outros tipos de expressão	Avaliação de atitudes, por exemplo.		

Fonte: Adaptado de Classificação dos conteúdos procedimentais. (Pozo e Postigo, 1994)

## 5.2. Interação dos estudantes com o software

A utilização de um software pelos estudantes apresentou grande dinamismo, discussão e interesse pelas aulas. Eles aceitavam as atividades como um verdadeiro desafio a ser realizado.

Diversas foram as discussões sobre como escrever o modelo matemático, uma vez que, já era de conhecimento deles que uma transcrição errada do modelo algébrico não chegaria à verificação das hipóteses propostas. Esta sempre foi a etapa mais difícil para os alunos, construir corretamente o modelo matemático geral que descreveria o evento estudado, com um agravante que as vezes era necessário duas ou mais equações para isso.

A escolha dos valores das variáveis era uma etapa de descoberta e de verificação da influência de cada grandeza no objeto estudado. Algumas discussões foram construídas e pautadas na resolução do mesmo desafio utilizando valores de variáveis diferentes, o que aparentemente lhes causava uma certa estranheza, por pensarem que os valores das variáveis seriam os mesmos. Contudo, minha intervenção era focada no modelo matemático que todos usavam, que era o mesmo, e era isso que os permitia chegar no mesmo resultado.

Quanto a utilização das ferramentas do *software* os alunos não demonstraram dificuldades, já que são ícones ilustrados e de fácil associação e até extrapolavam as análises, como por exemplo inseriram um jogo de basquete com um atleta cadeirante, inseriram o ex-jogador de basquete *Michael Jordam* nos arremessos. Com isso, a criatividade dos estudantes foi estimulada em cada momento com o uso do *software*.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente, vivemos em um ambiente permeado por tecnologias que são, na maioria das vezes, dominadas por nossos alunos. Embora os meios e a forma de acesso ao conhecimento fora da escola se dê de maneira dinâmica e interativa, nas instituições continuamos baseando nossas aulas em sessões expositivas e exercícios mecânicos. Considerando-se este contexto, o trabalho aqui desenvolvido propôs a utilização do *software Modellus* em aulas de Física e, mais do que simplesmente utiliza-lo como uma forma de tornar as aulas mais interessantes, buscou-se promover a abordagens de conteúdos de ensino pouco explorados, entretanto, de grande importância para os alunos.

O trabalho com simulações em sala de aula é um desafio para aqueles que veem, nestas ferramentas, mais do que um meio de demonstrar algo, pois exige um planejamento bem elaborado. Além disso, só vale a pena ser realizado se, de fato, trazer benefícios ao processo de ensino/aprendizagem da Física, pois demanda tempo, espaço, deslocamento dos alunos e precisa deixar claro o seu propósito. Neste sentido, a elaboração de guias de atividade foi essencial, pois organizou o trabalho a ser desenvolvido pelo professor e possibilitou a criação

de uma proposta de avaliação focada no trabalho desenvolvido pelos alunos. O guia de atividade esteve na posse dos estudantes durante todo o período da atividade e se mostrou receptivo aos mesmos, por já conter a situação-problema, a questão-foco ou desafio e campos relacionados a conceitos e procedimentos que trouxeram uma independência às ações do grupo para as tomadas de decisão e ordenação dos registros.

A utilização do diagrama V no guia de atividades contribuiu para todo o processo de investigação das situações-problema, como uma forma de organizar e direcionar os processos de discussão conceitual e relacioná-los com as discussões procedimentais. Sua forma de organização atendeu à proposta de um trabalho baseado no ensino por investigação e permitiu, aos alunos, organizarem suas ideias por meio do levantamento de hipóteses, análise de transformações e de procedimentos, identificação de conceitos relevantes e conclusões.

Alguns grupos de estudantes não preencheram por completo o diagrama V, talvez por uma dificuldade na assimilação das informações discutidas no grupo ou uma dificuldade na análise da situação-problema apresentada. Deve-se considerar a necessidade de uma auto avaliação quanto à forma de apresentação dos conteúdos por parte do professor, uma vez que um mesmo grupo não deixou o mesmo campo do diagrama V em branco durante todas as atividades.

As simulações computacionais utilizadas durante as intervenções despertaram interesse nos alunos. Primeiro por eles serem desafiados a resolverem um problema, segundo pela possibilidade de manipular as equações, valores das grandezas e verificar, de imediato, se o desafio foi resolvido com as hipóteses propostas. Diferentemente das aulas baseadas apenas em exposição do professor, nas quais são apresentadas figuras estáticas que exigem imaginação dos alunos para considerarem movimento, queda, lançamentos, acelerações, entre outras, as aulas com utilização do *software* permitem a percepção e a manipulação dos movimentos e uma participação ativa dos alunos. Além disso, utilizar as simulações permite que os estudantes revejam e estudem o mesmo problema em casa ou outro lugar que tenha um computador ou *laptop* com o *software Modellus* instalado, como uma alternativa ao uso do laboratório físico, e também uma alternativa para situações que experimentalmente não podem ser reproduzidas na escola, como por exemplo, um salto na Lua ou em Marte, como proposto na atividade 2.

Outro ponto importante é o aprimoramento, por parte dos estudantes, da expressão oral e escrita a respeito dos conceitos e procedimentos necessários para a análise dos problemas propostos. De forma bem expressiva, os estudantes conseguiram, oralmente, e por escrito, relacionar diretamente conceitos e procedimentos dentro da mesma simulação computacional.

Durante o desenvolvimento do trabalho uma vertente muito importante do aprendizado de conteúdos foi ensinada e exercitada, mediada por acordos e aceitações entre os estudantes, houve uma evolução no que diz respeito ao aprendizado de conteúdos atitudinais. A importância na mudança das relações entre os estudantes, por exemplo de cooperação (atitude) em detrimento à competição, da solidariedade e respeito (valores) em oposição à diferença e o desprezo, demonstra bem este fato. Neste processo de aprendizado a grande contribuição no que diz respeito ao aprendizado dos conteúdos atitudinais, foi visto como a promoção de mudanças gerais entre os estudantes como a cooperação, respeito nos posicionamentos e o interesse pela ciência.

Como professor, este trabalho me oportunizou uma nova visão a respeito do ensino de Física, através de um embasamento teórico e prático sólido que contagiava toda as ações da minha prática pedagógica. Foi muito difícil organizar um processo que carecia em aparar arestas e fechar lacunas que estavam presentes em todo o processo. Contudo, alguns frutos já são colhidos deste trabalho, cito a aprovação, dentro do Programa Ensino Médio Inovador (PROEMI) do Estado do Espírito Santo, e liberação de verba para a compra de materiais como notebooks para o desenvolvimento deste trabalho que está sendo desenvolvido em uma instituição diferente da utilizada no estudo. Outra forma de enriquecimento profissional, referente ao desenvolvimento deste trabalho, se deu em 2017 com a submissão e aprovação de partes da pesquisa em eventos como o Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), o Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências (ENPEC), o Encontro de Ensino de Ciências por Investigação (EnECI), o Encontro de Pesquisa e Ensino de Física (EPEF) e o Simpósio em Pesquisa em Educação em Ciências do Espírito Santo (SIMPEC), e todo o aprendizado foi mediado pelas discussões, diálogos, apresentações e que me possibilitaram uma visão ampla das pesquisas em ensino de Física, ensinando a mim a possibilidade de evoluir, como um docente que vai exercer a profissão com amor, com paixão e que espera colher bons frutos dentro da prática docente.

A pesquisa aqui desenvolvida abre oportunidades para a investigações mais aprofundadas sobre os conceitos atitudinais dentro do ensino de Física, a elaboração de outras atividades que utilizem o guia adaptado também para experimentos físicos expositivos (professor) ou através de grupos de estudantes. Existe a possibilidade da utilização de outros *softwares* que podem ampliar o leque de estratégias para os professores quanto à diversidade dos temas discutidos em Física. Como perspectivas, virá como sequência deste trabalho a construção de novas simulações visando a diversificação quanto á discussão dos temas e também vai focar na possibilidade de construir, reproduzir e discutir eventos físicos em simulações simultaneamente

com a análise dos mesmos eventos físicos executados em um laboratório ou espaço que o permita, inserindo recursos como vídeos, novos *softwares* para a análise dos vídeos, a inserção dos próprios alunos nos vídeos e nas simulações em uma perspectiva bem interativa para a investigação dos eventos físicos estudados.

## 7. REFERÊNCIAS

- ANDERSON, J. (1983). *The Architecture of Cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press. In: ZABALA, A. *A prática educativa, A função social do ensino e a concepção sobre os processos de aprendizagem: instrumentos de análise*. Ed. ArtMed, 2009.
- ARÁUJO, I. S., VEIT, E. A.; MOREIRA A. M. *Atividades de modelagem computacional no auxílio à interpretação de gráficos da Cinemática*. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 26, n. 2, p. 179 - 184, (2004).
- ARAÚJO, I. S. *Simulação e Modelagem Computacionais como Recursos Auxiliares no Ensino de Física Geral*, 2005, 238 fls. Tese. Instituto de Física – UFRGS. Porto Alegre – 2005
- AUSUBEL, D (2003). *Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Editora Plátano.
- AZEVEDO, M. C. P. S. *Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula*. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). *Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo, 2006. p. 19-33.
- CARRASCOSA, J; GIL-PÉREZ, D; VILCHES; VALDEZ, P. *Papel de la actividad experimental em la educación científica*. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v 23, n 2, p 157-181, 2006
- CARVALHO, A. M. P.; *et al.*. *Ensino de Física*. São Paulo: Cengage Learning. 1ed. 2011.
- CUNHA, M. V.; CORRÊA, L. P. N. R. M.; PEÑA, T. F. N.; MIRANDA, J. G. V. *Laboratórios real e virtual para o Ensino de Física em uma só ferramenta: CVMob*. In: *Anais do Computer on the Beach. Computer on the Beach [recurso eletrônico] / Organizadores Anita Maria da Rocha Fernandes [et al.] – Florianópolis : Universidade do Vale do Itajaí, 2017.*
- FRANCISCO Jr, W. E.; FERREIRA, L. H.; HARTIWIG, D. R. *Experimentação Problematizadora: Fundamentos teóricos e Práticos para Aplicação em Salas de Aula de Ciências*. Revista Química nova na escola – nº 30, PP. 34-41, Novembro, 2008
- GIORDAN, M. *O papel da experimentação no ensino de ciências*. *Química Nova na Escola*, n. 10, p. 43-49, 1999.
- HOHENFELD, P. D; PENIDO, M. C. *Laboratórios convencionais e virtuais no ensino de Física*, In: *Atas do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências (ENPEC)*. Florianópolis. Nov. 2009.
- LABURÚ, C. E. *Fundamentos para um experimento cativante*. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 23, n. 3, p. 382-404, 2006.
- MEDEIROS, A; MEDEIROS, C. F. de; *Possibilidades e limitações das simulações computacionais no Ensino de Física – Revista Brasileira de Ensino de Física – São Paulo*, v. 24, n. 2, p. 77-86, 2002.
- MOREIRA, A. F. B. (Org.). *Currículo: questões atuais*. Campinas, SP: Papirus, 1997.
- PACHECO, S. M. V.; DAMASIO F. *Mapas conceituais e diagramas V: ferramentas para o ensino, a aprendizagem e a avaliação no ensino técnico*. *Ciências & Cognição* 2009; Vol 14
- PEDUZZI, L. O. Q.; PEDUZZI, S. S. *Sobre o Papel da Resolução Literal de Problemas no Ensino de Física: Exemplos em Mecânica*. In: M. Pietrocola (org.) *Ensino de Física. Conteúdo*,

Metodologia e Epistemologia numa Concepção Integradora. Editora da UFSC, Florianópolis, 2001.

PENIDO, M. C.; HOHENFELD, P. D.; Laboratórios convencionais e virtuais no ensino de Física, Novembro, 2009.

PERRENOUD, P. La construcción del éxito y del fracaso escolar. Madrid: Morata, 1996.

POZO, J. I.; ANGON, Y. P.; CRESPO, M. A. G. Aprendizaje de estrategias para la solución de problemas en ciencias. ALAMBIQUE: Didáctica de las Ciencias Experimentales. N.5. Julho, Agosto, Setembro, 1995.

POZO, J. I. CRESPO, M. A. G. A aprendizagem e o ensino de ciências: Do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5 ed. Porto Alegre: ArtMed, 2009.

SACRISTÁN, J. G.; O currículo: Uma reflexão sobre a prática, 3ª Ed, Porto Alegre; ArtMed, 2000.

SOUZA, A. L.; OLIVEIRA, J. C.; SANTOS, M. P. L. Recursos da Computação Gráfica para o Desenvolvimento de um Laboratório Virtual de Teoria Eletromagnética. COBENGE, 2001. Porto Alegre, Setembro de 2001.

VEIT, E. A, Modelagem computacional no Ensino de Física, XVI SNEF, 2005, Instituto de Física, UFRGS.

ZABALA, A. A prática educativa: como ensinar. Porto Alegre, ArtMed, 1998. p. 224.

ZABALA, A. A função social do ensino e a concepção sobre os processos de aprendizagem: instrumentos de análise. In: ZABALA, A. A prática educativa: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998. p. 27-51


ZABALA, A. A prática educativa, A função social do ensino e a concepção sobre os processos de aprendizagem: instrumentos de análise. Ed. ArtMed, 2009.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: Aspectos históricos e diferentes abordagens. Revista Ensaio, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011.




## **ANEXOS**

ANEXO 1 – Registros da atividade 1 – Grupo 1  
Guia de atividade preenchido: “Jogando basquete”



americano  
Sistema de Ensino



rede de ensino  
DOCTUM

**NOME DOS ESTUDANTES:**

**SITUAÇÃO-PROBLEMA** - A disputa do basquete nos jogos olímpicos desse ano deve ser acirrada e o nível técnico das equipes promete ser alto, o que faz com que a briga pelo ouro seja mais nivelada. Desafio do jogo: Dois times de, cinco jogadores cada, tentam marcar pontos acertando a bola dentro da cesta do lado adversário o maior número de vezes antes que o tempo acabe. Com isso, cada jogador deve estar preparado para fazer lançamentos de vários pontos da quadra próximos ao garrafão adversário. Após muito treinamento a mecânica dos movimentos é automatizada pelos jogadores e a precisão e técnica passam a ser um diferencial entre alguns atletas.


Ao final do jogo a diferença entre as equipes do Brasil e Espanha é de 4 pontos e, a equipe que está perdendo (Brasil) tem um lance livre a seu favor.

**Desafio 1:** Você é um dos jogadores em quadra e precisa acertar o lance livre.

**Desafio 2:** Na saída de bola da Espanha, você aperta a marcação e “rouba” a bola dentro do garrafão, mas precisa acertar uma cesta de 3 pontos para empatar o jogo.

**Desafio 3:** No fim do jogo a Espanha faz uma cesta de 2 pontos e, faltando 3s para o encerramento da partida, o armador brasileiro passa a bola para você, ainda na quadra do Brasil e, terá que lançá-la imediatamente ao atravessar o meio da quadra para que o tempo não acabe

**1ª SÉRIE A ( ) B (X)**



**QUESTÃO PROBLEMA? - (FORMULE UMA PERGUNTA QUE DEVE SER RESPONDIDA AO LONGO DO PROJETO)**

*ganhar o jogo da Espanha*

**PRECISO SABER**

**- DESCREVA OS PRINCÍPIOS E/OU LEIS EN VOLVIDOS NA ATIVIDADE**

*As formulas:*

$$X = X_0 + V_0 \cdot T$$

$$y = y_0 + V_{0y} \cdot T - g \cdot \frac{T^2}{2}$$

**- PALAVRAS CHAVE (SELECIONE PALAVRAS IMPORTANTES SOBRE A ATIVIDADE)**

- velocidade
- força
- altura
- gravidade
- posicionamento
- ângulo
- alcance
- tempo
- movimento da bola

**INTERAÇÃO CONTÍNUA ENTRE SABER E FAZER**

**PRECISO FAZER**

**- BASEADO NAS CONCLUSÕES, QUAIS PROCEDIMENTOS FORAM REALIZADOS PARA A RESOLUÇÃO DA QUESTÃO PROBLEMA?**

*calcular a força e altura de acordo com a gravidade para acertar a cesta*

**- QUAIS AS CONCLUSÕES SOBRE A RESOLUÇÃO DA QUESTÃO PROBLEMA?**

*conseguimos acertar as cestas e ganhar o jogo*

**- TRANSFORMAÇÕES (REGISTRE MUDANÇAS DE CONCEITO, PROCEDIMENTO E/OU ATITUDE QUE OCORRERAM COM O GRUPO DURANTE AS DISCUSSÕES)**

*diferença de ideias em relação a força e a altura dos lançamentos*

**LEVANTAMENTO DE HIPÓTESES**

(Descreva todas os procedimentos levantados pelo grupo para a solução dos desafios 1, 2 e 3, independente de sua reflexão se a afirmar como verdadeira ou não; apresente os procedimentos adotados em cada situação).


**DESAFIO 1:** *1º colocamos força de mais e ela passou da cesta depois reduzimos a força até encontrarmos a força certa no 8º tentativa acertamos*

**DESAFIO 2:** *na primeira não acertamos, conseguimos acertar na quarta tentativa diminuindo a força*


**DESAFIO 3:** *conseguimos na quarta tentativa aumentando a força. 1º o jogador corre até ao meio de campo depois pula e lança a bola*

## ANEXO 2 – Registros da atividade 2 – Grupo 1

Guia de atividade preenchido: “Mais pesado ou mais leve!”



**MAIS PESADO OU MAIS LEVE!**






NOME DOS ESTUDANTES: [REDACTED] SÉRIE A ( ) B (X)

Diversas vezes em nosso cotidiano já nos deparamos com situações onde deixamos cair algum objeto, seja ele uma borracha, uma caneta, ou até mesmo um copo. Isaac Newton, que muito se interessava pelo movimento de queda livre, apresentou explicações concisas a respeito da existência da aceleração da gravidade. Ele escreveu que onde houvesse aceleração haveria uma força, pois se um objeto cai com aceleração é porque a Terra exerce uma força sobre ele, denominada peso.


Você tem a oportunidade de viajar por três lugares Terra, Lua e Marte e sentir os efeitos da força peso feita sobre você em cada local.

**Desafio 1:** Você precisa fazer um primeiro salto teste em cada local para verificar os efeitos da força peso sobre o seu corpo.

**Desafio 2:** Agora você precisa saltar e atingir a mesma altura nos três locais visitados.

**QUESTÃO PROBLEMA: COMO POSSO PULAR BEM ALTO?**

PRECISO SABER	INTERAÇÃO CONTÍNUA ENTRE SABER E FAZER	PRECISO FAZER
<p>1) ESCREVA OS CONCEITOS FÍSICOS ENVOLVIDOS NA ATIVIDADE</p> $y = y_0 + v_0 \times T - \frac{(g \cdot T^2)}{2}$ <p>2) PALAVRAS CHAVE (SELECIONE PALAVRAS IMPORTANTES SOBRE A ATIVIDADE)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- gravidade</li> <li>- velocidade</li> <li>- massa</li> <li>- força</li> <li>- altura</li> <li>- posição</li> <li>- deslocamento</li> <li>- força peso</li> <li>- impulso</li> </ul>		<p>3) TRANSFORMAÇÕES (REGISTRE AS PRINCIPAIS DISCUSSÕES DO GRUPO, OS PONTOS E DISCORDÂNCIA E O CONSENSO RESULTADO DAS DISCUSSÕES)</p> <p><i>Discutimos a força que será aplicada sobre o objeto e entramos num consenso sobre a força que seria aplicada</i></p> <p>4) QUAIS AS CONCLUSÕES SOBRE A RESOLUÇÃO DA QUESTÃO PROBLEMA?</p> <p><i>Que dependendo da força da gravidade o resultado será diferente. mesmo aplicando a mesma força.</i></p> <p>5) BASEADO NAS CONCLUSÕES, QUAIS PROCEDIMENTOS FORAM REALIZADOS PARA A RESOLUÇÃO DA QUESTÃO PROBLEMA?</p> <p><i>Ajustamos a força para tentar cumprir o desafio.</i></p>


**LEVANTAMENTO DE HIPÓTESES:** (Descreva todas os procedimentos levantados pelo grupo para a solução dos desafios, independente de sua reflexão se afirmar como verdadeira ou não; apresente os procedimentos adotados em cada situação).

**DESAFIO 1:** *Fazli um salto teste para verificar a gravidade das planetas o quanto que a terra a puxa para o centro do planeta.*

**DESAFIO 2:** *Selecionar a gravidade de cada planeta para saber a força de impulso*



ANEXO 3 – Registros da atividade 3 – Grupo 1  
 Guia de atividade preenchido: “Energia para ir mais alto!”



**3º TRIMESTRE**  
 Americano Guarapari

## ENERGIA PARA IR MAIS ALTO!

---

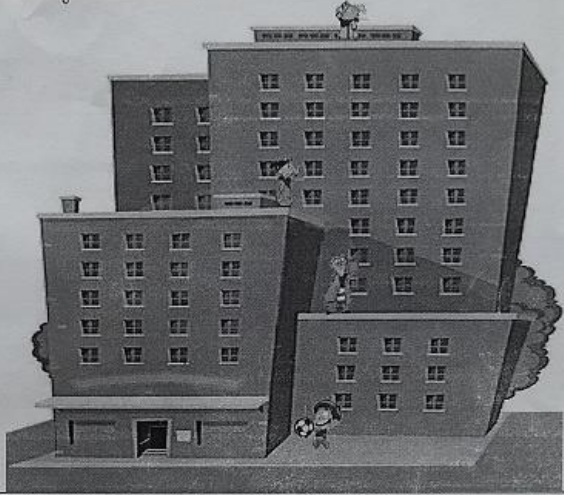
**NOME DOS ESTUDANTES:** [REDACTED]

**1ª SÉRIE A ( ) B (X)**

Você participa de uma brincadeira com mais três amigos, para verificar qual dos três possui uma melhor técnica ou até a melhor estratégia para conseguir lançar uma bola de forma que seja bem fácil de seus amigos, que estão a alturas diferentes, conseguirem pegá-la..

**Desafio:** Você precisa lançar a bola para cada amigo. Eles estão em andares diferentes e, devem conseguir pegar a bola de forma bem fácil.

Para isso, cada lançamento deve ser feito com a mesma bola, que tem massa de 0,5kg e no mesmo tempo, de 5 segundos



**QUESTÃO PROBLEMA: COMO LANÇAR UMA BOLA PARA QUE SEJA FACILMENTE CAPTURADA EM TRÊS ALTURAS DIFERENTES?**


---

**PRECISO SABER**

1) **ESCREVA OS CONCEITOS FÍSICOS ENVOLVIDOS NA ATIVIDADE**  
*energia cinética, velocidade inicial, massa, altura*

2) **PALAVRAS-CHAVE (SELECIONE PALAVRAS IMPORTANTES SOBRE A ATIVIDADE)**  
 - gravidade  
 - altura  
 - massa  
 - tempo  
 - energia cinética  
 - posição

INTERAÇÃO  
CONTÍNUA ENTRE  
SABER E FAZER



**PRECISO FAZER**

3) **TRANSFORMAÇÕES (REGISTRE AS PRINCIPAIS DISCUSSÕES DO GRUPO, OS PONTOS E DISCORDÂNCIA E O CONSENSO RESULTADO DAS DISCUSSÕES)**  
*as principais discussões foram sobre mudança da energia cinética*

4) **QUAIS AS CONCLUSÕES SOBRE A RESOLUÇÃO DA QUESTÃO PROBLEMA?**  
*Em cada lançamento a energia cinética foi maior*

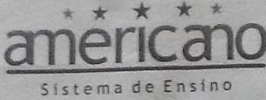
5) **BASEADO NAS CONCLUSÕES, QUAIS PROCEDIMENTOS FORAM REALIZADOS PARA A RESOLUÇÃO DA QUESTÃO PROBLEMA?**  
 *aumentamos a energia cinética considerando a massa e a gravidade*

---

**LEVANTAMENTO DE HIPÓTESES:** (Descreva todos os procedimentos levantados pelo grupo para a solução dos desafios, independente de sua reflexão se afirmar como verdadeira ou não; apresente os procedimentos adotados em cada situação).

**DESAFIO:** *Calculamos a energia cinética considerando a posição dos personagens, a altura e a massa da bola*

ANEXO 4 – Registros da atividade 1 - Grupo 2  
 Guia de atividade preenchido: “Energia para ir mais alto!”



americano  
Sistema de Ensino

rede de ensino  
**DOCTUM**

**NOME DOS ESTUDANTES:** \_\_\_\_\_

**1ª SÉRIE A (X) B ( )**


**SITUAÇÃO-PROBLEMA** - A disputa do basquete nos jogos olímpicos desse ano deve ser acirrada e o nível técnico das equipes promete ser alto, o que faz com que a briga pelo ouro seja mais nivelada. Desafio do jogo: Dois times de, cinco jogadores cada, tentam marcar pontos acertando a bola dentro da cesta do lado adversário o maior número de vezes antes que o tempo acabe. Com isso, cada jogador deve estar preparado para fazer lançamentos de vários pontos da quadra próximos ao garrafão adversário. Após muito treinamento a mecânica dos movimentos é automatizada pelos jogadores e a precisão e técnica passam a ser um diferencial entre alguns atletas.

Ao final do jogo a diferença entre as equipes do Brasil e Espanha é de 4 pontos e, a equipe que está perdendo (Brasil) tem um lance livre a seu favor.

**Desafio 1:** Você é um dos jogadores em quadra e precisa acertar o lance livre.

**Desafio 2:** Na saída de bola da Espanha, você aperta a marcação e “rouba” a bola dentro do garrafão, mas precisa acertar uma cesta de 3 pontos para empatar o jogo.

**Desafio 3:** No fim do jogo a Espanha faz uma cesta de 2 pontos e, faltando 3s para o encerramento da partida, o armador brasileiro passa a bola para você, ainda na quadra do Brasil e, terá que lançá-la imediatamente ao atravessar o meio da quadra para que o tempo não acabe



**QUESTÃO PROBLEMA?** - (FORMULE UMA PERGUNTA QUE DEVE SER RESPONDIDA AO LONGO DO PROJETO)

*Como a bola acertará a cesta de uma certa distância?*

**PRECISO SABER**

- DESCREVA OS PRINCÍPIOS E/OU LEIS EN VOLVIDOS NA ATIVIDADE

*Lei da gravidade = velocidade na bola*

*Velocidade angular: para acertar a cesta direcao vertical -  $x = x_0 + v_{0x} \cdot t$*

*direcao horizontal -  $y = y_0 + v_{0y} \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2}$*

- PALAVRAS CHAVE (SELECIONE PALAVRAS IMPORTANTES SOBRE A ATIVIDADE)

- gravidade
- MCU
- ângulo
- força
- velocidade
- altura
- postura
- movimento

**INTERAÇÃO CONTÍNUA ENTRE SABER E FAZER**

**PRECISO FAZER**

- BASEADO NAS CONCLUSÕES, QUAIS PROCEDIMENTOS FORAM REALIZADOS PARA A RESOLUÇÃO DA QUESTÃO PROBLEMA?

*Em cada ponto foi necessitado me das diferentes para girar a cesta utilizando as fórmulas de movimento vertical e movimento horizontal.*

- QUAIS AS CONCLUSÕES SOBRE A RESOLUÇÃO DA QUESTÃO PROBLEMA?

*Com os devidos ajustes no ângulo, velocidade e trajetória da bola conseguimos acertar a cesta.*

- TRANSFORMAÇÕES (REGISTRE MUDANÇAS DE CONCEITO, PROCEDIMENTO E/OU ATITUDE QUE OCORRERAM COM O GRUPO DURANTE AS DISCUSSÕES)

*Em 1s que mediamos o  $v_x$  e o  $v_y$  constantemente*

**LEVANTAMENTO DE HIPÓTESES**

(Descreva todas os procedimentos levantados pelo grupo para a solução dos desafios 1, 2 e 3, independente de sua reflexão se a afirmar como verdadeira ou não; apresente os procedimentos adotados em cada situação).

**DESAFIO 1:** *Ajuste sua postura para o movimento colocando a bola sobre a cabeça e a velocidade visando a cesta fazendo a bola girar para trás.*

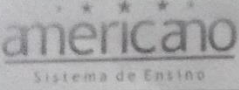
**DESAFIO 2:** *Após pegar a bola de desloque para atingir da linha de 3 e ajuste sua postura para o movimento colocando a bola sobre a cabeça e o movimento visando a cesta fazendo a bola girar para trás.*

**DESAFIO 3:** *Em movimento pegue a bola e a aceleração com mais força sem se preocupar com a postura correta fazendo ela cair na cesta.*



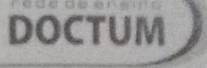
## ANEXO 5 – Registros da atividade 2 - Grupo 2

Imagem 14: Guia de atividade preenchido: “Energia para ir mais alto!”



**americano**  
Sistema de Ensino

**MAIS PESADO OU MAIS LEVE!**



**DOCTUM**

NOME DOS ESTUDANTES: [REDACTED] 1ª SÉRIE A (X) B ( )


Diversas vezes em nosso cotidiano já nos deparamos com situações onde deixamos cair algum objeto, seja ele uma borracha, uma caneta, ou até mesmo um copo. Isaac Newton, que muito se interessava pelo movimento de queda livre, apresentou explicações concisas a respeito da existência da aceleração da gravidade. Ele escreveu que onde houvesse aceleração haveria uma força, pois se um objeto cai com aceleração é porque a Terra exerce uma força sobre ele, denominada peso.

Você tem a oportunidade de viajar por três lugares Terra, Lua e Marte e sentir os efeitos da força peso feita sobre você em cada local.


**Desafio 1:** Você precisa fazer um primeiro salto teste em cada local para verificar os efeitos da força peso sobre o seu corpo.

**Desafio 2:** Agora você precisa saltar e atingir a mesma altura nos três locais visitados.


Terra



Lua



Marte



**QUESTÃO PROBLEMA: COMO POSSO PULAR BEM ALTO?**

**PRECISO SABER**


1) ESCRIBA OS CONCEITOS FÍSICOS ENVOLVIDOS NA ATIVIDADE

*Gravitação, velocidade, o tempo que leva para saltar, energia, força.*

2) PALAVRAS CHAVE (SELECIONE PALAVRAS IMPORTANTES SOBRE A ATIVIDADE)

- força
- gravidade
- impulso
- movimento
- tempo
- deslocamento
- peso
- massa

INTERAÇÃO CONTÍNUA ENTRE SABER E FAZER



**PRECISO FAZER**

3) TRANSFORMAÇÕES (REGISTRE AS PRINCIPAIS DISCUSSÕES DO GRUPO, OS PONTOS E DISCORDÂNCIA E O CONSENSO RESULTADO DAS DISCUSSÕES)

*Como organizar as equações.*

4) QUAIS AS CONCLUSÕES SOBRE A RESOLUÇÃO DA QUESTÃO PROBLEMA?

*A diferença que a velocidade interfere nos corpos.*

5) BASEADO NAS CONCLUSÕES, QUAIS PROCEDIMENTOS FORAM REALIZADOS PARA A RESOLUÇÃO DA QUESTÃO PROBLEMA?

*Equação do movimento.*

**LEVANTAMENTO DE HIPÓTESES:** (Descreva todas os procedimentos levantados pelo grupo para a solução dos desafios, independente de sua reflexão se afirmar como verdadeira ou não; apresente os procedimentos adotados em cada situação).

**DESAFIO 1:** *Coçar flexionando os joelhos, e pegar impulso para o salto.*

**DESAFIO 2:** *Na Terra a força gravitacional é maior então teria que pegar mais impulso na hora de saltar para compensar a diferença de força gravitacional, em Marte pela menor seria bem menor não sendo tão maior de que faria na Terra onde há a menor força gravitacional.*



## ANEXO 6 – Avaliação das atividades

GRUPO DE ALUNOS (Nº 1)		Avaliação		
		NR ou I - Não respondeu ou análise não identificada - nota 0,0 S - Análise identificada, mas não se relaciona com o tema - nota 5,0 E - Análise identificada e de acordo com o tema - nota 10,0		
		Atividade 1	Atividade 2	Atividade 3
1. Aquisição da informação	a) Seleção da informação			
	b) Busca e captação da informação			
2. Interpretação da informação	a) Decodificação e tradução da informação			
	b) Uso de modelos para interpretar situações			
3. Análise da informação e realização de inferências	a) Análise e comparação da informação			
	b) Estratégias de raciocínio			
4. Compreensão e organização conceitual da informação	a) Compreensão do discurso (oral/escrito)			
	b) Organização conceitual			
5. Comunicação da informação	a) Expressão oral			
	b) Expressão escrita			
	c) Outros tipos de expressão			
PONTUAÇÃO TOTAL				
NOTAS (0 a 10 pontos)				